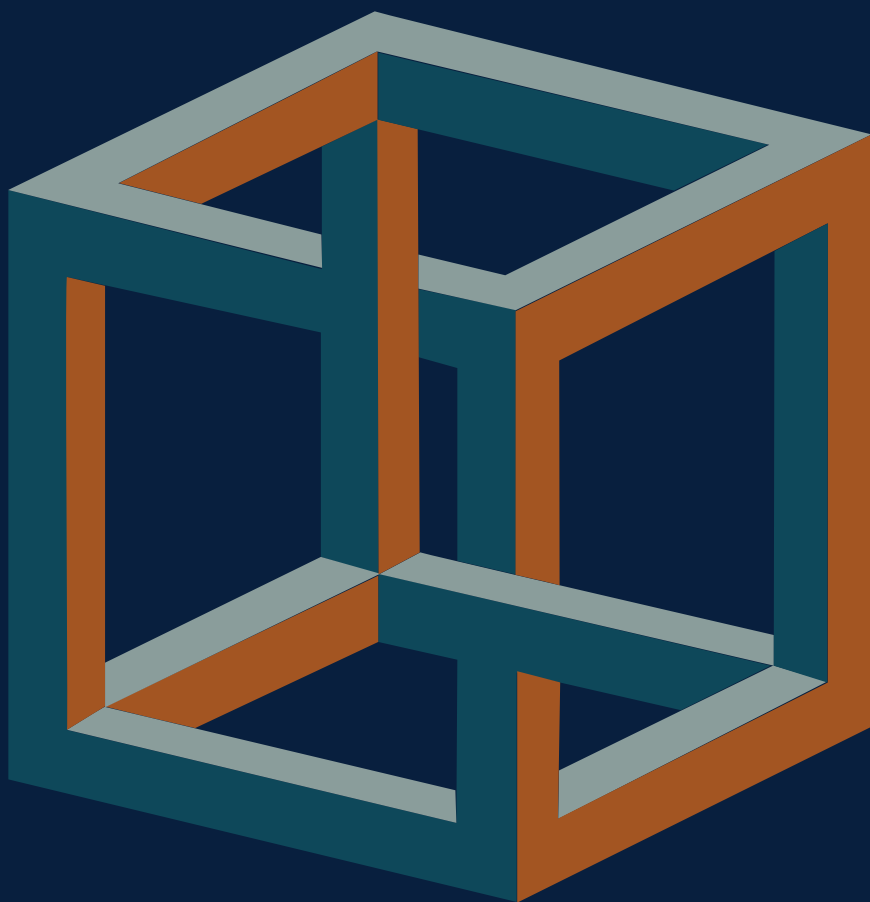


Marco Aurélio Kalinke
Luciane Ferreira Mocrosky
(Organizadores)

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: pesquisas e possibilidades



EDUCAÇÃO MATEMÁTICA:
pesquisas e possibilidades



Reitor: Carlos Eduardo Cantarelli. **Vice-Reitor:** Luiz Alberto Pilatti. **Diretora de Gestão da Comunicação:** Noemi Henriqueta Brandão de Perdigão. **Coordenadora da Editora:** Camila Lopes Ferreira.

Conselho Editorial da Editora UTFPR. Titulares: Bertoldo Schneider Junior, Hieda Maria Pagliosa Corona, Hypolito José Kalinowski, Isaura Alberton de Lima, Juliana Vitória Messias Bittencourt, Karen Hylgemager Gongora Bariccatti, Luciana Furlaneto-Maia, Maclovio Corrêa da Silva e Sani de Carvalho Rutz da Silva. **Suplentes:** Anna Sílvia da Rocha, Christian Luiz da Silva, José Antonio Andrés Velásquez Alegre, Ligia Patrícia Torino, Márcio Barreto Rodrigues, Maria de Lourdes Bernartt, Mário Lopes Amorim, Ornella Maria Porcu e Rodrigo Lingnau.

Editora filiada a



Marco Aurélio Kalinke
Luciane Ferreira Mocrosky
(Organizadores)

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: **pesquisas e possibilidades**

Curitiba
UTFPR Editora
2015

© 2015 Editora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Esta licença permite o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Disponível também em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/>>.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

E24e Educação matemática: pesquisas e possibilidades / organizadores: Marco Aurélio

Kalinke, Luciane Ferreira Mocosky. – Curitiba: Ed. UTFPR, 2015.

192 p. : il.

Inclui Bibliografia

ISBN: 978-85-7014-146-0 (Recurso eletrônico)

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Matemática - Pesquisa. I. Kalinke, Marco Aurélio

II. Mocosky, Luciane Ferreira III. Título.

CDD (22. ed.) 510.7

Bibliotecária: Rosana da Silva CRB: 9/1745

Coordenação editorial

Camila Lopes Ferreira

Emanuelle Torino

Projeto gráfico, capa e editoração eletrônica

Vanessa Constance Ambrosio

Normalização

Camila Lopes Ferreira

Revisão gramatical e ortográfica

Adão de Araújo

UTFPR Editora

Av. Sete de Setembro, 3165 Rebouças

Curitiba – PR 80230-901

www.utfpr.edu.br

SUMÁRIO

PREFÁCIO	9
Maria Aparecida Viggiani Bicudo	
MALDADES NA PRÁTICA COM A MATEMÁTICA ESCOLAR	15
Emerson Rolkouski e Carlos Roberto Vianna	
SOBRE A PRÁTICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA NO BRASIL: DAS DIRETRIZES LEGAIS À ESSÊNCIA DO CONCEITO	29
Flávia Dias de Souza e Vanessa Dias Moretti	
PÓS-MODERNIDADE, CULTURA E TENDÊNCIAS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	49
Luciane Mulazani dos Santos e Valdir Damazio Junior	
POSSIBILIDADES PARA UMA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INTERCULTURAL: ENSAIO SOBRE UM PROCESSO DE SEDUÇÃO	67
Marcos Aurelio Zanlorenzi	
O MITO DA ANÁLISE REAL NA FORMAÇÃO CONCEITUAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA SOBRE OS NÚMEROS REAIS E A ANÁLISE MATEMÁTICA	95
José Carlos Cifuentes	
TECNOLOGIAS E PRÁTICA PEDAGÓGICA EM MATEMÁTICA: TENSÕES E PERSPECTIVAS EVIDENCIADAS NO DIÁLOGO ENTRE TRÊS ESTUDOS	117
Adriana Richit, Luciane Ferreira Mocrosky e Marco Aurélio Kalinke	
A POSTURA FENOMENOLÓGICA DE PESQUISAR EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	141
Luciane Ferreira Mocrosky	
TECNOLOGIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UM ENFOQUE EM LOUSAS DIGITAIS E OBJETOS DE APRENDIZAGEM	159
Marco Aurélio Kalinke, Bruna Derossi, Laíza Erler Janegitz e Mariana Silva Nogueira Ribeiro	
SOBRE OS AUTORES	187



PREFÁCIO

Sempre me sinto emocionada e honrada ao ser convidada a apresentar um livro. Esses sentimentos se intensificam à medida que vou trazendo à presença as pessoas que estão envolvidas na realização da obra, bem como o local de onde se ex-põem, dizendo de sua pesquisa, dos modos pelos quais compreendem o tema norteador dessa realização; vão enlaçando outros modos de estar-com a obra e seus autores e entrelaçam-se com questões éticas profissionais que dizem da responsabilidade de ler, buscar entender e interpretar intencionalidades postas em propostas e presentificadas em textos. Também me conduzem a sentir-me comprometida no diálogo com meus pares e com a área, pois devo ex-por-me, dizendo dos modos pelos quais vejo o realizado e anunciando outras questões que se levantam para mim, ao adentrar a dialética *ver-visto*.

O livro que apresento, **Educação matemática: pesquisas e possibilidades**, é organizado por Marco Aurélio Kalinke e Luciane Ferreira Mocosky, professores do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM). Traz oito capítulos, sobre diferentes assuntos e perspectivas de pesquisa assumidas. Não há uma temática que os articule. Essa articulação se encontra, porém, no programa de pós-graduação onde seus autores atuam como professores ou como colaboradores em pesquisa, alunos em formação e alunos já titulados. Nesse sentido, ainda que o livro não se apresente como trazendo a pesquisa realizada nesse programa, com seus temas e concepções teórico-metodológicas e posturas assumidas, ele revela um leque de preocupações e modos de conduzir o investigado que já anuncia a configuração de um estilo desse programa.

Há textos que se preocupam com o leitor, tentando colocá-lo em sintonia compreensiva a respeito do assunto tratado. Há os que focam mais o leitor como professor em exercício e buscam esclarecê-lo sobre questões importantes com as quais todos nos deparamos ao nos colocar na posição de ensinar e aprender matemática; outros aprofundam um pensar filosófico sobre matemática e educação matemática e há, também, os que tematizam o próprio modo de investigar. Há, portanto, uma diversidade de visadas que revelam o curso da vida desse programa, evidenciando tensões, debates, convergências e divergências. Evidencia-se, assim, um ambiente propício à investigação, o que indica possibilidades de o programa, ainda jovem, impor-se de modo forte. Essa força, a meu ver, é nutrida também pela reunião colaborativa de docentes oriundos de dife-

rentes instituições que, mediante disponibilidade de tempo e trabalho, dedicam-se ao ensino e à pesquisa nesse programa, ainda que efetuando trabalho para além do exigido por suas instituições de origem. É constituído por docentes da própria Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba; por docente dessa universidade lotado no Setor Litoral; por professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Curitiba; e, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville.

Os capítulos vão encaminhando o envolvimento do leitor na compreensão de questões subjacentes aos modos de ensinar matemática à reflexão sobre temas de matemática e sobre modos de pesquisar. Passarei a apresentar esses capítulos, dizendo do que tratam e indicando seus autores.

Maldades na prática com a matemática escolar, escrito por Emerson Rolkouski e Carlos Roberto Vianna, situa-nos em nossa historicidade em que também nos vemos como alunos de matemática, fazendo com que revivamos, em nossa lembrança, maldades a que fomos expostos e a que, talvez, exponhamos nossos alunos. Conforme seu modo de investigar, ele vai narrando articulações de ideias que denomina de **maldosa à matemática escolar**. Sua meta, com esse capítulo, é conduzir professores a questionar suas próprias práticas. Visualizo possibilidade de debates importantes e abrangentes que esse texto poderá trazer às atividades de cursos que trabalhem com a formação de professores de matemática. Conforme meu entendimento, essa é a força desse capítulo, passível de ser articulado por pesquisadores que há longo tempo analisam, criticam e refletem sobre a educação matemática.

Flávia Dias de Souza e Vanessa Dias Moretti escrevem **Sobre a prática na formação de professores de matemática no Brasil: das diretrizes legais à essência do conceito**. O capítulo se inicia com o esclarecimento do significado da prática em cursos de licenciatura. É um trabalho importante, na medida em que articula esse significado na legislação pertinente e avança com exposições sobre a relação entre teoria e prática, ao trazer autores significativos que tratam desse tema. Particularizam a temática, focando cursos de licenciatura de matemática, no Brasil, mostrando os modos pelos quais a prática tem sido posta em atualização: enquanto disciplinas contabilizadas integralmente como sendo de prática; prática como componente curricular inserida em algumas disciplinas do curso; disciplinas de prática e prática inserida nas disciplinas. Entendo ser essa uma questão de fundo presente nos currículos de licenciatura de matemática. Conforme com-

preendo, ela traz consigo a polêmica que se instalou entre a comunidade de matemáticos, que, de modo geral, veem nesse curso o objetivo de formar o matemático e não o professor de matemática. Nesse sentido, há uma tendência em trabalhar nos espaços destinados às atividades da prática na formação desse professor com conteúdos específicos de matemática, complementando com alguma aplicação de exercícios, entendidos, por eles, como prática. Por outro lado, há, também, entre profissionais da educação matemática, aqueles que acabam por privilegiar tão somente questões de educação, esta tomada como área de ensino e de pesquisa, sem atentar para os aspectos de trabalharem-se conteúdos matemáticos importantes à formação desse professor, mediante procedimentos que privilegiem a aprendizagem e não apenas, ou preponderantemente, o ensino de matemática. Considero que essa questão se mostra como significativa para tomar como objeto de discussão, indo em direção a desdobramentos do capítulo acima considerado.

O capítulo **Pós-Modernidade, cultura e tendências em educação matemática**, de autoria de Luciane Mulazani dos Santos e Valdir Damazio Junior, traz um debate sobre modernidade e pós-modernidade, buscando apresentar um panorama dessa discussão, centrado em uma postura crítica da educação matemática. A *démarche* do discurso do texto realiza um movimento importante, ao expor o sentido que modernidade costuma assumir, bem como o de pós-modernidade. É destacável, nesse capítulo, a chamada dos autores para o fato de haver, nos currículos de cursos de matemática, a forte presença da visão da filosofia moderna, de modo que se passa ao largo de importantes trabalhos da atualidade, como o teorema de Gödel ou os da Física contemporânea, sem que sejam considerados os que significam para a matemática do mundo ocidental. A racionalia do capítulo vai em direção a expor críticas sobre o prevailecimento da filosofia moderna no ensino da matemática. Seria oportuno e importante, em desdobramentos desse tema, focar possíveis modos de inserirem-se essas discussões em atividades de ensino da matemática.

Marcos Aurelio Zanlorenzi escreve **Possibilidades para uma educação matemática intercultural: ensaio sobre um processo de sedução**. O autor foca sua vivência com o tema do capítulo e mostra como foi sendo seduzido pela questão do intercultural e respectiva dificuldade de assumir a atitude que trabalhar com essa visão em educação matemática exige do educador. Sua vivência é por ele retomada e refletida, expondo-se em sua trajetória ao chegar para trabalhar no Setor Litoral da UFPR. Relata que, ao chegar, depara-se com o projeto político pedagógico que tem como objetivo principal operacio-

nalizar uma proposta inovadora que orienta seus princípios a partir do diagnóstico da realidade socioeconômica da região onde se instalou, ou seja, uma proposta que, por meio de uma concepção de educação anti-hierárquica e antiexclusivista, abra-se ao outro, à cultural local. Ao dar-se conta da complexidade do tema, pôs-se a caminho de esclarecer concepções que deixam a temática densa e que se referem ao intercultural e ao multicultural. Traz trabalhos desenvolvidos sobre interculturalidade em educação matemática, tomando autores significativos para esclarecer as noções chaves do texto. Coloca-se, em seu estudo, a pergunta: a etnomatemática pode se apresentar como uma possibilidade intercultural no seio da educação matemática? Responde que pode, mas que esse **pode** exige mais do que explicar, conhecer e entender. Volta-se, então, ao seu trabalho no litoral do Paraná e presenteia o leitor com realizações de experiências possíveis, segundo a visão que assume ao responder positivamente à pergunta por ele levantada.

O Mito da análise real na formação conceitual do professor de matemática sobre os números reais e a análise matemática, de José Carlos Cifuentes, é um ensaio de filosofia da matemática bem articulado e que apresenta significativas discussões acerca das ideias matemáticas que povoam os discursos e as práticas de matemáticos e de educadores matemáticos. Já no início do capítulo sente-se a força desse trabalho ao deparar-se com o por ele escrito homenagem a Karl Wilhelm Theodor Weirstrass (1815 -1897), o pai da análise matemática moderna, no seu bicentenário. E o capítulo faz jus a essa homenagem. De modo claro, expõe e abre seu pensar crítico e reflexivo sobre importantes temas pertinentes ao assunto: mitos e preconceções na delimitação da área análise na reta; o mito da análise real; a propriedade arquimediana da reta real e seu significado epistemológico; o caráter estético do mito da análise real: o princípio da simplicidade. Traz, no item final do capítulo, sua compreensão sobre o mito da análise real, expondo que ele se apresenta como um processo teórico de constituição do conhecimento matemático e, como tal, pode ser entendido, em uma primeira aproximação, como a passagem do intuitivo ao lógico, do epistemológico ao ontológico. Ao refletir sobre a educação matemática, entende como o principal problema, do ponto de vista pedagógico, o como transpor as noções implícitas ao conceito de número real e suas relações que, muitas vezes, são de caráter epistemológico, para o ensino nos diversos níveis da educação matemática, especialmente para a educação básica. Afirma que essa constatação se mostra como um campo aberto à pesquisa em educação matemática.

Adriana Richit, Luciane Ferreira Mocrosky e Marco Aurélio Kalinke são autores do capítulo **Tecnologias e prática pedagógica em matemática: tensões e perspectivas evidenciadas no diálogo entre três estudos**. É significativo o trabalho realizado pelos autores ao disporem-se ao diálogo, visando à compreensão de investigações já conduzidas anteriormente por eles. Como produto desse diálogo, tem-se um capítulo articulado, que foca nas palavras dos autores “discussões sobre as mudanças deflagradas pela crescente presença das tecnologias digitais nos contextos social, cultural e educacional que ganharam espaço ao longo das últimas décadas, motivando estudos em diversas áreas do conhecimento. Com isso, pesquisas que buscam compreender e discutir a presença e o uso das tecnologias nos processos educacionais têm assumido relevância no cenário acadêmico e educacional, ao tempo que seus resultados oferecem novas compreensões sobre o modo como esses recursos impactam em diferentes aspectos, tanto do ensino quanto da aprendizagem, em especial na prática docente e na produção de conhecimento”. É um capítulo claro, em que os autores expõem suas compreensões e inquietações a respeito da presença das tecnologias na prática pedagógica em matemática. Esse capítulo é um convite para que se assumam como necessária e importante a educação tecnológica no projeto político pedagógico de cursos que tenham por alvo a formação do professor de matemática.

A postura fenomenológica de pesquisar em educação matemática, de autoria de Luciane Ferreira Mocrosky, expõe a postura da autora ao investigar e realizar orientações de pesquisa em educação matemática, no PPGECEM, da UFPR. É um capítulo esclarecedor sobre o modo de proceder ao se investigar fenomenologicamente. Apresenta ideias-chaves desse pensar filosófico de modo simples, mas com o rigor solicitado pela filosofia.

Marco Aurélio Kalinke, Bruna Derossi, Laíza Erler Janegitz e Mariana Silva Nogueira Ribeiro apresentam o capítulo **Tecnologias e educação matemática: um enfoque em lousas digitais e objetos de aprendizagem**. É um texto importante, conforme entendo, por expressar o trabalho do Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática (GPTEM), sediado no PPGECEM da UFPR. É um grupo que busca compreender as possibilidades do uso de novas tecnologias em atividades que envolvam processos pedagógicos relacionados à matemática, e, nos últimos semestres, focalizou mais detalhadamente o estudo das lousas digitais (LD) e objetos de aprendizagem (OA). O desenvolvimento do capítulo traz um panorama do que está sendo realizado a respeito desse tema. Isso é importante, pois contribui com os leitores no seu processo

de compreensão desse assunto, bem como, auxilia investigadores a visualizar temas a serem pesquisados.

De minha leitura atenta dos vários capítulos de autoria de professores, alunos, em formação e titulados, do PPGECM e de professores de outras instituições que colaboram com esse núcleo de ensino e pesquisa, entendo tratar-se de um programa jovem, pois foi criado pelo Conselho Universitário da UFPR em 2010, foi recomendado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e iniciou seus cursos em 2010, porém que mostra força para constituir-se um núcleo importante de ensino e pesquisa em educação em ciências e em matemática. Há capítulos já desenvolvidos como um pensar amadurecido e que se mostra como sendo de fundo, no que diz respeito a compreensões de temas filosóficos, como os de epistemologia e ontologia, importantes para o entendimento de ideias significativas da matemática; há os que, também expondo um pensar amadurecido, dizem de questões cruciais à prática do ensino e da aprendizagem da matemática, colocadas de modo simples que, a um primeiro olhar, podem parecer apenas uma conversa para quem gosta de falar do assunto. Porém, conforme entendo, podem disparar discussões entre alunos que estão se iniciando no mundo da educação matemática, conduzindo o pensar para além da certeza e instaurando a dúvida; há capítulos de professores que já expõem um pensar de um grupo de pesquisa; outros que refletem sobre sua prática investigativa; há os que elegeram temas importantes para o foco do programa.

Este livro organizado e por Marco Aurélio Kalinke e Luciane Ferreira Mocrosky traz esse trabalho e o esforço para expor o programa nisso que ele faz e do modo como faz. Essa coragem é necessária para o acontecer do programa.

Maria Aparecida Viggiani Bicudo



**MALDADES NA PRÁTICA COM A
MATEMÁTICA ESCOLAR**

*Emerson Rolkowski
Carlos Roberto Vianna*



INTRODUÇÃO

Pessoas cuja infância decorreu até por volta dos anos 1980 pouco conviveram com os dilemas provocados pelos termos e atitudes do assim chamado politicamente correto. Impunemente praticavam pequenas maldades com pequenos animais que, indefesos, não traziam ameaças. Há maldades clássicas: jogar sal na lesma, arrancar patinhas e asinhas de insetos ou prendê-los em potes de vidros fazendo-os girar ladeira abaixo. É certo que havia maldades carregadas de boas intenções, como atestam os relatos que contam sobre gatos que foram salvos de dentro de fornos de micro-ondas, onde foram colocados com a intenção de salvá-los do frio.

Hoje as crianças, flagradas praticando tais maldades, são repreendidas por pais e professores da era ecológica. Os tempos mudaram e, às crianças, resta escutar os argumentos dos adultos que, na infância, faziam coisas como capturar girinos e jogá-los em um copo com Coca-Cola – mais uma entre as maldades clássicas.

Ao consultarmos um dicionário de Houaiss e Villar (2001), dentre outros significados para maldade encontramos: crueldade, atitude má, o que prejudica ou ofende, intenção maliciosa. De tal forma, podemos dizer que só praticamos uma maldade quando temos consciência de que estamos prejudicando alguém. É por isso que poderíamos/deveríamos reler os parágrafos acima refletindo sobre se havia a intenção em causar mal quando assim se agia. Mas, lembremos, há crimes e julgamentos, mesmo quando não há a intenção de matar.

Este capítulo trata de maldades da matemática escolar, e talvez o maior objetivo seja, exatamente, desvelar práticas e argumentar sobre os prejuízos delas decorrentes. E assim, ao tomar-se consciência, continuando a agir da mesma maneira, percebermo-nos maldosos.

Maldades, assim como pecados, são datados e localizados. Por exemplo, em nossa sociedade, hoje, nos preocupamos com a gravidez na adolescência, que ocorre entre jovens de mesma idade. No entanto, há algumas décadas, jovens se casavam com 14 anos e tinham o consentimento da sociedade e da igreja. Estas jovens engravidavam e eram adolescentes; o que hoje consideráramos como um problema social. Dessa maneira, iniciamos este capítulo fazendo uma breve incursão histórica sobre maldades e, a partir disso, esboçamos uma categorização dessas maldades evidenciando razões que as fazem ser consideradas prejudiciais em nossa época.

MALDADES DE ONTEM E DE HOJE

Vamos considerar algumas afirmações feitas sobre as mulheres:

Afirmação 1: **Não lhe deixes comodidades, eu te digo. Enquanto a mantiveres atenta, ela não permanecerá à janela, e não lhe passará pela cabeça ora uma coisa, ora outra.**

Afirmação 2: **Eva foi o começo e a mãe do pecado, daí então a mulher passa a ser a arma do diabo, ela é fonte de toda a perdição e uma fossa profunda. A mulher atrai os homens por meio de chamarizes mentirosos a fim de melhor arrastá-los para o abismo da sensualidade. Não há nenhuma imundície para a qual a luxúria não conduza. Para melhor enganar ela se pinta, se maquia. A mulher é insensata, lamurienta, tagarela, ignorante, é briguenta, colérica, invejosa.**

Afirmação 3: **A mulher é de temperamento melancólico, débil, frágil e mole. A sua natureza é imbecil e enferma.**

Tais afirmações foram feitas por padres (1 e 2) e médico (3) segundo Delumeau (1989) e utilizadas por Vianna (1997) com a finalidade de discutir as possibilidades de um curso de História para professores de matemática.

Na leitura das afirmações acima é difícil não se sentir um tanto enojado, tamanho o preconceito e a maldade que deixam transparecer. Entretanto, se pudéssemos voltar no tempo, para o século XIV, será que pensaríamos da mesma maneira? Afinal, são do próprio Papa, na época, algumas daquelas afirmações.

Este deslocamento para outro tempo e sociedade pode nos auxiliar a refletir sobre nossos problemas atuais. Práticas escolares antigas, transportadas para hoje, podem ser consideradas tão maldosas quanto o que pensavam (e até falavam) alguns Papas, sobre as mulheres. Em seguida, veremos algumas dessas maldades, tais como eram praticadas nas escolas.

MALDADES DA MATEMÁTICA ESCOLAR

Qual o objetivo da matemática escolar?

De modo geral, a matemática escolar deveria dar a conhecer aos alunos uma percepção sobre a matemática enquanto corpo de conhecimentos e formas de raciocínio e,

ainda, instrumentalizá-los com ferramentas que lhes permitissem compreender o mundo que os cerca.

Desta maneira, é importante que os professores questionem suas práticas de sala de aula bem como os encaminhamentos didáticos propostos nos livros didáticos: será que temos contribuído para desenvolver este pensar matematicamente e instrumentalizar nossos alunos com ferramentas matemáticas essenciais para a vida fora da escola?

Chamaremos de maldosa à matemática escolar presente nas práticas e nos livros que não são pertinentes a este pensar matematicamente e/ou não são necessárias no dia a dia.

MALDADE 1

Há professores que se escandalizam ao ouvir alunos dizendo: **A área da circunferência é $5\pi \text{ cm}^2$.**

Há aqueles que, em uma avaliação, ao lerem tal afirmação, a classificam como pérola, levando-a para a sala dos professores, com um certo sarcasmo: - Imagine, não sabe a diferença entre círculo e circunferência.

Já houve quem se debruçasse sobre tratados didáticos, a fim de descobrir se deveríamos nos referir a círculo ou circunferência trigonométrica. Para provocar uma reflexão sobre este tipo de prática, basta procedermos da seguinte maneira: tome um quadrado, calcule seu perímetro e sua área.

Algum problema?

Precisaríamos criar o termo **quadradência** para nos referirmos à linha poligonal que determina o quadrado?

A maldade não está em apresentar o uso convencional dos termos, mas sim em tomá-los como objeto de estudo, deixando de abordar outros assuntos que melhor se prestariam a cumprir os objetivos da matemática escolar. Isso é uma maldade escolar, pois não é um problema para a matemática acadêmica ou para a matemática da rua. É uma maldade por ser um problema intrínseco à escola e à vontade do professor! Cremos que a escola não deveria ter a si mesma como finalidade. Fica óbvio se dissermos assim: as pessoas não vão para a escola **para ir para escola**, elas vão para... aprender.

MALDADE 2

Dentre as possibilidades de aprendermos sobre as rotinas nas salas de aula, podemos observar as paredes da sala de aula e ver nelas o que foi colocado como proposta de **ensinar matemática**. Observe uma sala de aula da rede pública da cidade de Curitiba (Figura 1):



Figura 1 – Sala de aula da rede pública em Curitiba

Fonte: Autoria própria (2012).

Trata-se de uma sala de aula do recém-implantado primeiro ano, ou seja, trata-se de uma sala de aula para crianças cuja idade é em torno dos 6 anos. Nesta sala de aula, há só um trabalho explicitamente intencional com a matemática: a sequência dos números de zero a dez. Esta sequência de números está assim caracterizada: há uma estrelinha colada no número um, duas no dois, três no três e assim por diante. Esta é talvez a referência mais forte presente nas salas de aula. Em alguns casos, esta referência é substituída por folhas de sulfite, onde se lê o número escrito de duas formas distintas, com um conjunto onde se vê uma determinada quantidade de bolinhas. Não por acaso, nestas mesmas salas, o trabalho presente na parede a respeito da língua portuguesa limita-se às folhas sulfites onde se lê: A, a, a, AVIÃO, B, b, b, BOLA, entre outras.

Ao sairmos da sala de aula e abrirmos um jornal, por exemplo, lemos: página 3, R\$ 449,75 que é o valor de um monitor com display de cristal líquido (LCD), conta-se

que o dólar subiu 1,7% e que o imóvel a ser vendido por R\$ 370.000,00 mede 67m² e situa-se no número 43 da Avenida Água Verde.

Uma distância grande, não é? Na escola os números são utilizados para contar bolinhas, na rua eles estão em contextos diversos, sempre significando algo e, na maioria das vezes, não estão sendo utilizados para contar, muito menos para contar bolinhas.

Esta é outra maldade: desvincular, sem necessidade, a matemática escolar da matemática da rua. Afinal, trabalhos como aqueles que podem ser feitos mediante a construção de gráficos simples expressando coisas como a quantidade de aniversariantes de cada mês, dariam outra perspectiva para a construção destes números.

Talvez seja por isso que estudantes aplicados não reconhecem o que veem na rua como matemática. E, o que é mais grave, muitas vezes não se utilizam das ferramentas que construíram na escola para resolver seus problemas diários e tomar decisões.

Para citar um exemplo, muitos estudantes de ensino médio, quando se deparam com correntes, pirâmides da fortuna ou, mais recentemente, o marketing de rede, continuam utilizando a frase: - Não funciona porque alguém quebra a corrente. E não percebem que um simples cálculo de soma de termos de uma progressão geométrica bastaria para demonstrar que rapidamente a quantidade de pessoas envolvidas em um **negócio** desta natureza torna-se maior que a quantidade de pessoas do planeta. Afinal, porque deveriam fazer esta analogia? As coisas que a gente aprende na escola só servem para a escola, não é mesmo?

MALDADE 3

É comum encontrarmos professores que se manifestam como descrentes dos livros didáticos. Alguns alegam que utilizar estes livros fere sua autonomia. Muitos professores, de fato, utilizam o livro didático apenas como apoio para exercícios. E há uma grande descrença em relação aos livros didáticos mais recentes. Muitos afirmam: - Os livros de hoje são fracos, têm menos conteúdo. Bom era no meu tempo.

A partir de situações assim, não é raro encontrarmos professores que resgatam e utilizam os livros que estudaram quando eram alunos. E isto é feito na melhor das intenções, eles costumam dizer: - Eu, professor, **cheguei lá** utilizando estes livros; - Como

quero que meus alunos também **cheguem lá**, nada mais natural que utilizar os mesmos livros e as mesmas técnicas de ensino que me fizeram **chegar lá**.

Vamos olhar para alguns destes livros que, na sua época, foram **campeões de vendas**. O primeiro deles aparece na Figura 2.

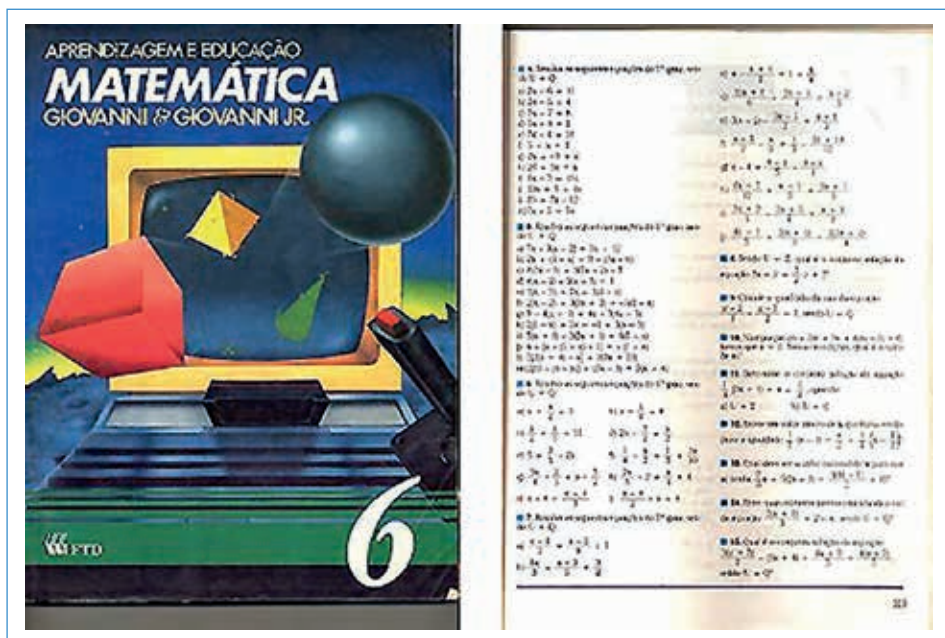


Figura 2 – Capa e página do livro *Aprendizagem e educação: matemática*
 Fonte: Giovanni e Giovanni Júnior (1990).

Observa-se neste fragmento uma sequência de itens absolutamente idênticos do ponto de vista de resolução, justapostos do mais fácil para o mais difícil:

4. Resolva as equações do 1º grau, sendo $U = Q$.

$$2x - 6 = 8$$

$$3x - 5 = 4$$

$$5x - 7 = 8$$

$$3x - 4 = 2$$

$$7x - 4 = 10$$

$$5 - x = 1$$

$$2x = -6 + x$$

Pode-se notar que somente a partir do sexto item há alguma mudança na estrutura dos exercícios e uma mudança mais radical só ocorre a partir do sétimo. Praticamente todos os exercícios da maior parte dos livros desta época eram assim estruturados.

Para a época em que foram escritos, estes livros cumpriam bem o propósito a que se destinavam. No entanto, é importante perceber que o mundo de 20 ou 30 anos atrás era muito diferente do que temos hoje.

Uma rápida incursão no cotidiano de anos atrás pode ampliar nossos argumentos. Tomando apenas uma faceta da vida diária, consideremos o mundo de consumo. Há cerca de 20 ou 30 anos, mesmo em grandes cidades, tínhamos poucos supermercados, portanto, era comum fazer-se a compra do mês, em alguns estados chamava-se **pedido**, em outros **ranchinho**. Nesse dia, em geral o quinto dia útil do mês, quando se recebia o salário, a família típica de classe média iria encher carrinhos de supermercado. A quantidade de marcas que havia na época era muitas vezes menor do que temos hoje e, ainda, as embalagens continham quase sempre a mesma quantidade de produto: papel higiênico em rolos de 40m, ovos em dúzias, latas de óleo de 900ml, e assim por diante. Dessa maneira, caso se optasse por levar produtos sempre mais baratos, isso seria muito simples, bastando comparar preços de produtos de marcas diferentes.

Atualmente, em cada gôndola, há variedade de informações nas embalagens e nos folhetos de propaganda, de modo que uma simples decisão para saber qual oferta é mais vantajosa se torna um problema de aritmética razoavelmente complexo.

O mesmo se dá quando comparamos o mundo do trabalho de antigamente com o de hoje. Antigamente era comum um operário iniciar em uma indústria e se aposentar na mesma indústria, por vezes, executando exatamente a mesma tarefa. Atualmente, dadas as diversas crises pelas quais a economia tem passado e a quantidade de novas tecnologias adentrando o mercado de trabalho em geral, isso se tornou muito difícil.

O mercado editorial de livros didáticos evoluiu muito de uns anos para cá, da mesma forma que a sociedade também evoluiu, e manter na escola práticas escolares de 20 ou 30 anos é, no mínimo, uma maldade.

MALDADE 4

Tão perverso quanto manter na escola práticas e rotinas escolares destinadas à sociedade de 30 anos atrás é manter conteúdos curriculares e conteúdos procedimentais que só tinham sentido para aquela época.

Podemos tomar livros mais recentes, mas o exemplo apresentado na Figura 3 acaba causando certo estranhamento, e são poucos os professores que não se chocam ao vê-lo:

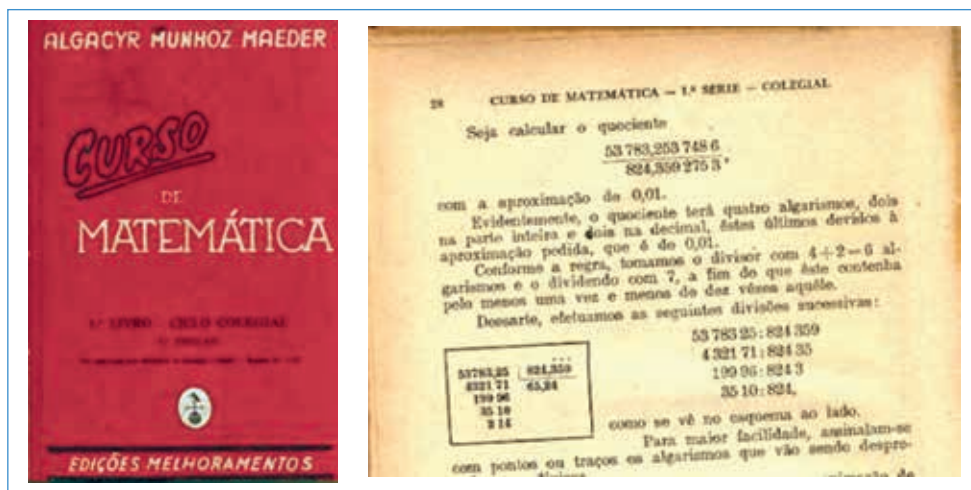


Figura 3 – Capa e parte de uma página do livro Curso de matemática: 1º livro do ciclo colegial
Fonte: Maeder (1953).

Trata-se de um livro da década de 1930, que teve, então, um impacto considerável.

Este livro, destinado a jovens de 14 ou 15 anos, traz, em uma de suas páginas, uma técnica para calcular o quociente de 53783,2437486 por 824,3592753 com a aproximação de 0,01.

Além da estranheza do próprio assunto, são dignos de nota os termos utilizados. Observa-se que o autor inicia o primeiro parágrafo da explicação com **Evidentemente**. Termos como este são largamente utilizados por autores de livros de matemática superior, bem como por professores de matemática em vários níveis, e causam no leitor, ou no ouvinte, certa sensação de incapacidade ao não compreender de imediato o que o autor ou o professor quis dizer com a afirmação. É o que ocorre neste caso, pois é raro o leitor que não precise reler várias vezes o parágrafo para entender o que o autor afirma ser evidente. Mas isso é um assunto para outras investigações, voltemos ao conteúdo.

Poucos professores defenderiam que deveríamos continuar ensinando esta técnica aos alunos de hoje, e aqui reside um dos maiores potenciais deste tipo de argumentação. Pois, ainda que não defendam que este procedimento deva ser ensinado, argumentam em favor da permanência, por exemplo, do ensino de técnicas enfadonhas de racionalização ou do manuseio das tábuas de logaritmo, que, assim como a técnica mostrada, só tinham verdadeiro sentido quando não existiam máquinas de calcular.

Com receio de um sucateamento, ou barateamento da matemática escolar, muitos acabam por defender a manutenção do ensino de técnicas enfadonhas, não observando que o tempo da escola é finito e, em função desses conteúdos obsoletos, os alunos estão deixando de ter contato com conteúdos formativos e/ou utilitários que poderiam ser mais relevantes aos dias de hoje.

MALDADE 5

Vamos a livros de matemática para crianças mais novas, tal como o apresentado na Figura 4:

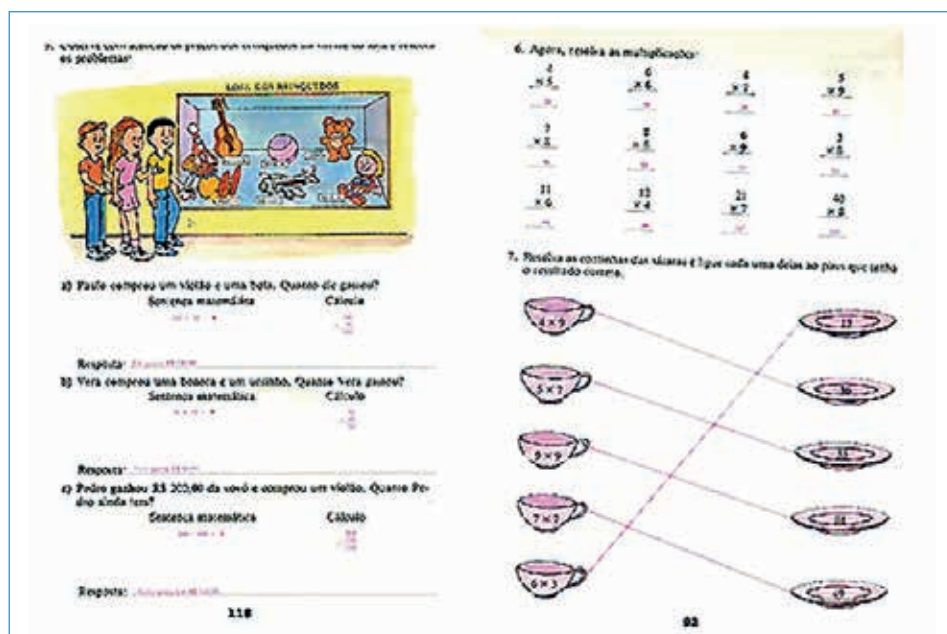


Figura 4 – Páginas do livro Aprendizagem e educação: matemática
 Fonte: Giovanni e Giovanni Júnior (1990).

Aqui observamos duas situações interessantes. Em primeiro lugar, se exige da criança que escreva **Sentença matemática, cálculo e resposta**. O livro do professor não deixa lugar para dúvidas sobre o que se espera que o aluno escreva em cada espaço. Ao lado, temos continhas armadas de 7×8 , 4×5 e assim por diante.

Duas exigências desnecessárias; no primeiro caso, retira-se o foco do objetivo de resolver problemas na escola, crianças e professores acabam por acreditar que resolver problemas não é encontrar a resposta e sim preencher os espaços com os procedimentos corretos. A seguir, um excerto de uma pesquisa sobre a álgebra escolar que vem auxiliar a ampliar esta discussão (PINTO, 1997, p. 83):

Neste momento, a professora volta para a classe e pergunta se eles resolveram o problema. Não pede para ver as estratégias de resolução dos alunos. Vai direto ao quadro-negro e pergunta o que significa o quadrado de um número. Como nenhum aluno se manifesta, ela retoma o conceito de potenciação como uma linguagem que simplifica a linguagem da multiplicação de fatores iguais e coloca no quadro: $3.3 = 32$, ressaltando para eles o significado de quadrado na potenciação.

Fala para eles perceberem que, no problema, a 'coisa' está elevada ao quadrado, e coloca:

$$(\quad)^2 + 1 = 10$$

Prof.: - O que é mesmo que está elevado ao quadrado?

AAA: - A 'coisa'.

Prof.: - Imaginem que a 'coisa' está aqui dentro, presa numa gaiola! (Ao mesmo tempo que fala, escreve coisa dentro dos parênteses.)

AAA: - Risos!!! Os alunos maliciam o comentário da professora. E ela complementa o que já havia escrito no quadro:

$$(\text{coisa})^2 + 1 = 10$$

A Metamorfose da Coisa

Após algumas tentativas de 'tirar' dos alunos o que poderia significar a 'coisa', pergunta se eles já aprenderam equação do 1º grau. Eles respondem afirmativamente e lembram (com o seu auxílio) que a letra usada para representar o valor desconhecido, a 'coisa', na equação, é o x . Ai substitui no quadro:

$$x^2 + 1 = 10$$

Alguns alunos manifestam-se dizendo que $x = 3$. A professora não faz nenhum comentário sobre esta resposta e fala para eles que não resolverá a equação por esta ser do 2º grau e por eles necessitarem saber raiz quadrada para resolver.

Observa-se que, para esta professora, resolver a equação não é encontrar o valor da incógnita, mas, sim, utilizar-se de uma sequência de passos para se chegar ao valor de x . Ou seja, a técnica acaba por ocultar o conceito matemático.

De maneira análoga, exige-se do aluno que **arme a continha** para cálculos como 3×4 , ainda que saiba o resultado mentalmente.

Tanto uma prática quanto a outra trazem a mensagem subliminar à criança: na escola, inventamos procedimentos que não têm o menor sentido, seja para a vida, seja para a matemática acadêmica, afinal, nunca vimos em livros de cálculo algo como **Sentença matemática, cálculo, resposta**.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, ressaltamos o caráter inútil de determinados conceitos e práticas que permeiam a matemática escolar. Com o objetivo de argumentar sobre a necessidade de colocarmos em suspensão permanências de conteúdos e práticas escolares, fez-se uma breve incursão sobre aspectos históricos relacionados à imagem da mulher em séculos passados e, a partir daí, em analogia, descreveu-se cinco maldades da matemática escolar que foram ilustradas por textos didáticos, fotos de salas de aulas e citações de pesquisas acadêmicas. Espera-se que a leitura deste capítulo contribua para a reflexão sobre aquilo que fazemos na escola e esperamos que provoque a necessidade de ampliar as possibilidades de argumentação dos formadores de professores, tendo em vista uma educação matemática de melhor qualidade, inclusive com o desenvolvimento de pesquisas que aprofundem as temáticas aqui abordadas.

REFERÊNCIAS

DELUMEAU, J. **A história do medo no ocidente: 1300-1800**. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

GIOVANNI, J. R.; GIOVANNI JÚNIOR, J. R. **Aprendizagem e educação: matemática**, 6. São Paulo: FTD, 1990.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

MAEDER, A. M. **Curso de matemática**: 1º livro do ciclo colegial. 7. ed. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1953.

PINTO, R. A. **Erros e dificuldades no ensino de álgebra**: a percepção e o tratamento dado por professores de 7ª série em aula. 1997. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

VIANNA, C. R. Introdução à história da matemática para professores. In: **ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA**, 2., 1997, Águas de São Pedro. **Anais...** Águas de São Pedro: UNESP, 1997.

The background of the page is a light blue gradient. On the left side, there is a vertical strip containing a collage of various mathematical symbols and numbers in different shades of blue and white. These include integers (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10), fractions (1/2, 3/4), percentages (100%), and mathematical symbols like pi (π), infinity (∞), and a plus sign (+). The symbols are scattered and some are larger than others, creating a dynamic and mathematical feel.

**SOBRE A PRÁTICA NA FORMAÇÃO DE
PROFESSORES DE MATEMÁTICA NO BRASIL:
das diretrizes legais à essência do conceito**

Flávia Dias de Souza

Vanessa Dias Moretti



INTRODUÇÃO

A temática da necessária articulação teoria-prática na formação de professores e, em particular, na formação de professores de matemática, tem sido constante e recorrente na produção acadêmica brasileira (ALMEIDA, 2006; VEIGA, 2009). Nesse cenário, conta-se com diretrizes legais para a formação inicial de professores no Brasil que preveem a inserção da prática no processo formativo, com a inclusão da denominada prática como componente curricular. No entanto, a compreensão desse conceito e a incorporação de práticas formativas tem se revelado bastante heterogênea.

Essa situação pode ser evidenciada, de modo geral, tanto nas ações dos professores que atuam nas licenciaturas quanto nas proposições dos projetos de cursos. Sendo assim, a discussão e a compreensão desse panorama, no contexto desse trabalho, objetivam promover um processo de reflexão e análise acerca das condições atuais, bem como alavancar a atribuição de novas qualidades à prática na formação inicial de professores de matemática.

A PRÁTICA COMO COMPONENTE CURRICULAR NOS DOCUMENTOS OFICIAIS

À luz dos pressupostos da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional vigente (LDB 9394/96) (BRASIL, 1996), as Resoluções N° 1 e 2 do Conselho Nacional de Educação, datadas de 18 e 19 de fevereiro de 2002, respectivamente, estabelecem normativas específicas para a organização de cursos de licenciatura, em nível superior, com a proposição de Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores da educação básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena, bem como a definição de critérios referentes à duração e carga horária dos cursos (BRASIL, 2002a, 2002b).

Na Resolução 1/2002 do Conselho Pleno do Conselho Nacional de Educação (CP/CNE) (BRASIL, 2002a), em seu Artigo 15º, consta a necessidade de adequação dos cursos de formação de professores em funcionamento às diretrizes estabelecidas, no prazo de dois anos. Frente às novas regulamentações, tanto instituições de ensino superior que já ofertavam cursos de licenciatura quanto aquelas interessadas na oferta desses

curros, viram-se diante da necessidade de organizar e/ou adequar os projetos de cursos de modo a atender as normativas previstas.

Entre os itens que se destacam nas diretrizes para organização dos projetos pedagógicos, insere-se a definição de carga horária mínima de 2.800 (duas mil e oitocentas) horas para integralização do curso, distribuídas em quatro grandes dimensões, com destaque para a atribuição de 400 (quatrocentas) horas de prática como uma das componentes, conforme segue no Artigo 1º da Resolução CNE/CP 2/2002:

I - 400 (quatrocentas) horas de prática como componente curricular, vivenciadas ao longo do curso;

II - 400 (quatrocentas) horas de estágio curricular supervisionado a partir do início da segunda metade do curso;

III - 1.800 (mil e oitocentas) horas de aulas para os conteúdos curriculares de natureza científico-cultural;

IV - 200 (duzentas) horas para outras formas de atividades acadêmico-científico-culturais (BRASIL, 2002b, p. 1).

Com o intuito de estabelecer critérios para a dimensão da prática no contexto da organização curricular dos cursos de licenciatura, a Resolução CNE/CP 1/2002 (BRASIL, 2002a, p. 6), em seu Artigo 12, esclarece que:

§ 1º A prática, na matriz curricular, não poderá ficar reduzida a um espaço isolado, que a restrinja ao estágio, desarticulado do restante do curso.

§ 2º A prática deverá estar presente desde o início do curso e permear toda a formação do professor.

§ 3º No interior das áreas ou das disciplinas que constituírem os componentes curriculares de formação, e não apenas nas disciplinas pedagógicas, todas terão a sua dimensão de prática.

Atentos a essas orientações, diferentes modos de ver e compreender a formação de professores no tratamento da prática como componente curricular, explicitados no processo de elaboração e/ou reorganização de projetos dos cursos, vêm sendo propostos pelos docentes à frente das licenciaturas nas instituições de ensino superior. Em algumas instituições, o estabelecimento de propostas de organização das 400 horas de prática é comum a todas as licenciaturas ofertadas. Em outras, as orientações para proposição dessas horas são bastante heterogêneas no interior das próprias instituições, variando de um curso para outro. Identificam-se, ainda, casos em que a adequação dos projetos de

curso com a inserção dessas horas se deu, centralmente, com o aumento da carga horária da disciplina de prática de ensino.

Desde a instauração legal da prática como componente curricular nos cursos de licenciatura, conforme prevê a legislação, as instituições de ensino superior brasileiras vêm propondo e/ou reorganizando seus projetos de curso de modo a contemplar essa questão. Nessa mesma direção, pesquisadores brasileiros vêm adotando a temática como objeto de investigação, necessário à melhoria da organização curricular dos projetos de cursos de licenciatura. Estudo realizado por Diniz-Pereira (2011) revela a preocupação em se estabelecerem compreensões mais apuradas sobre a prática como componente curricular e o estágio supervisionado como elementos distintos no processo formativo. Em síntese, o autor elaborou um quadro-resumo com as principais orientações oriundas da legislação sobre a prática e o estágio, conforme o Quadro 1:

Prática como componente curricular	Estágio curricular supervisionado
Mínimo de 400 horas	Mínimo de 400 horas
Desde o início do curso	A partir da segunda metade do curso
Ao longo de todo o processo formativo	Em um tempo mais concentrado
Em outros espaços (secretarias de educação, sindicatos, agências educacionais não escolares, comunidades)	Em escolas (mas não apenas em salas de aula)
Orientação/supervisão da instituição formadora	Orientação da instituição formadora e supervisão da escola
Orientação/supervisão articulada ao trabalho acadêmico	Orientação articulada à prática e ao trabalho acadêmico
Tempo de orientação/supervisão: não definido	Tempo de supervisão: que não seja prolongado, mas seja denso e contínuo tempo de orientação: não definido

Quadro 1 – Orientações sobre a prática e o estágio na legislação

Fonte: Diniz-Pereira (2011, p. 211).

Embora algumas distinções estejam bem delimitadas, como se pode observar no quadro, a organização desses elementos nos cursos de licenciatura ainda apresenta muitas divergências e fragilidades, reduzindo-se a prática a momentos de inserção na escola, nem sempre bem planejados, e o estágio às estruturas convencionais de inserção na escola, pautadas na observação, participação e regência.

Sobre a apropriação de elementos constitutivos da organização do ensino, Ribeiro (2011) desenvolveu uma pesquisa sobre a aprendizagem de futuros professores de matemática nas disciplinas de prática de ensino e estágio, tendo como fulcro explicitar indicadores de um movimento formativo na direção da práxis docente. Dentre as considerações decorrentes da pesquisa, evidenciou-se que a aprendizagem da docência não se concretiza em momentos isolados, cabendo aos professores formadores na universidade a necessidade de “[...] compreender um modo de organização do ensino para que o futuro professor desenvolva a aprendizagem da docência” (RIBEIRO, 2011, p. 166).

Se, por um lado, a pesquisa desenvolvida destacou as disciplinas de prática de ensino e estágio como momentos privilegiados no processo de formação do professor, por outro, procurou revelar elementos necessários à compreensão do movimento formativo para a docência com base no entendimento de que “[...] acreditar que a formação do professor acontece apenas em intervalos independentes ou num espaço bem determinado é negar o movimento social, histórico e cultural de constituição de cada sujeito” (FIORENTINI; CASTRO, 2003, p. 124). Nessa direção, a investigação realizada, além de possibilitar o estabelecimento de indicativos para o processo formativo em prática de ensino e estágio, constituiu-se motor de novas situações desencadeadoras de pesquisa.

Nesse campo se insere a problemática da prática como componente curricular nos cursos de licenciatura, em consonância com a observação de Formosinho (2009, p. 116) de que “[...] a análise de formação prática dos professores no âmbito da formação inicial é uma boa porta de entrada para revisitar a problemática de formação inicial de professores”.

Diante da normatização da prática como componente curricular nos cursos de licenciatura ofertados no país, decorrem algumas questões de investigação: como essa prática vem sendo incorporada nos projetos de curso? Que situações de ensino caracterizam a incorporação da prática como componente curricular? Essas inquietações nos remetem à necessidade de aprofundar a compreensão do conceito de prática em consonância com as diretrizes legais que amparam a sua proposição na formação inicial docente.

Ao situar as situações em que se insere a prática no interior dos cursos de licenciatura, as Diretrizes Curriculares definidas pela Resolução 1/2002 do CNE/CP, em seu Artigo 13 § 1º, destacam que “A prática será desenvolvida com ênfase nos procedimentos

de observação e reflexão, visando à atuação em situações contextualizadas, com o registro dessas observações realizadas e a resolução de situações-problema” (BRASIL, 2002a, p. 6).

Ao mesmo tempo em que as diretrizes contemplam a preocupação com a formação do professor evidenciando atenção à necessária articulação teoria-prática, resalta-se a importância da constituição de novas qualidades para a formação ensejada pela inserção da prática como componente curricular em oposição a um tendencioso praticismo, ainda comum e presente em alguns programas de formação, um praticismo que não leva o futuro professor a uma compreensão mais profunda sobre a sua profissão e, de modo geral, pautado em processos de reflexão esvaziados, sem conteúdo, como critica Contreras (2002). Com essa observação, pretende-se esclarecer que a simples atribuição de carga horária de prática no conjunto de disciplinas do curso como um todo ou a inclusão de algumas disciplinas específicas de prática ao longo do curso, por si só, não subsidia a melhoria do processo formativo.

Com a implementação da resolução que prevê a prática como componente curricular nas licenciaturas, cada curso ou instituição de ensino superior foi adotando diferentes estratégias para sua incorporação. No campo específico da licenciatura em matemática, objeto deste estudo, a realidade não é diferente. Estudos realizados por Gatti (2010) sobre propostas curriculares de cursos de formação inicial de professores em três licenciaturas – letras, matemática e ciências biológicas – revelam dissonâncias entre os projetos pedagógicos. Segundo a pesquisadora, ao analisar uma amostra de 31 cursos de licenciatura em matemática, destacou-se que:

A questão das práticas exigidas pelas diretrizes curriculares desses cursos mostra-se problemática, pois ora se coloca que estão embutidas em diversas disciplinas, sem especificação clara, ora aparecem em separado, mas com ementas muito vagas. Na maior parte dos ementários analisados não foi observada uma articulação entre as disciplinas de formação específicas (conteúdos da área disciplinar) e a formação pedagógica (conteúdos para a docência) (GATTI, 2010, p. 1373-1374).

Considerando as diretrizes legais e as várias discussões acerca da prática como um dos temas de investigação sobre a formação inicial de professores na atualidade (FORMOSINHO, 2001; MOURA, 2004; FIORENTINI; NACARATO, 2005; FORMOSINHO; NIZA, 2009; RIBEIRO, 2011), destaca-se a notoriedade do entendimento do lugar da prática como um dos componentes da formação dos professores e que esta deve

estar presente desde o início do curso. Cumpre-nos, então, compreender mais amplamente a essência do conceito de prática de modo a favorecer o processo de aprendizagem da docência na formação inicial rumo à constituição da práxis (VÁZQUEZ, 2007).

SOBRE O CONCEITO DE PRÁTICA (E SUA RELAÇÃO COM A TEORIA)

Não é raro que, junto ao senso comum, a noção de prática seja compreendida como algo que se opõe à teoria, relacionada à “[...] execução de alguma coisa que se projetou (por oposição a teoria)” ou, ainda, a um “[...] processo, [uma] maneira de fazer” (DICIO, 2015). Em tal contexto, que compreende a ruptura e até mesmo a oposição entre a teoria e a prática, talvez seja válido o conhecido dito popular: **na prática, a teoria é outra.**

Guerra (2005, p. 4), ao discutir os fundamentos da fragmentação entre a teoria e a prática, defende que tal fragmentação estaria fundamentada em uma noção empírica e pragmática de teoria, segundo a qual a “[...] teoria tem o seu valor, alcance e papel condicionados à sua capacidade de dar respostas prático-empíricas à realidade”. Como consequência, produz-se uma desqualificação da teoria que acaba por negá-la como elemento de compreensão e potencial transformação da realidade.

Ainda segundo Guerra (2005, p. 4), a desqualificação da teoria, e a consequente fragmentação entre teoria e prática, serve a uma perpetuação da alienação do trabalho, enquanto racionalidade hegemônica da sociedade capitalista, uma vez que o:

Produto necessário do processo de reificação é uma concepção de conhecimento que não ultrapasse a aparência dos fatos; que não supere o âmbito da experiência imediata; que conceba os fenômenos na sua positividade; que descarte o seu movimento de constituição e que, por isso, não seja capaz de captar o movimento; que suprima as mediações sociais constitutivas e constituintes dos processos; que defenda a impossibilidade de conhecer a essência (a coisa em si). Sem o conhecimento dos fundamentos, a elaboração teórica nega-se a si mesma. Esta forma de produção do conhecimento vira presa fácil para servir de instrumento de manipulação.

Compreende-se, dessa forma, que é apenas na unidade dialética entre a teoria e a prática que é possível a apropriação da realidade, a compreensão de sua essência e das

relações que a constituem, bem como sua conseqüente transformação. Ou seja, é apenas na **atividade teórico-prática** (VÁZQUEZ, 2007), compreendida como práxis, que o conhecimento da realidade e dos objetos que a constituem pode se produzir. Sendo assim, não podemos compreender o conceito de práxis em Marx, sem passarmos necessariamente pelo que constitui a atividade prática e a atividade teórica.

A atividade prática é aquela na qual o homem age sobre uma matéria exterior a ele, transformando-a. Tem, portanto, um caráter material, objetivo, e o seu objeto é “[...] a natureza, a sociedade ou os homens reais” (VÁZQUEZ, 2007, p. 194). Como toda atividade humana, busca satisfazer alguma necessidade e, embora esteja voltada para uma ação sobre a realidade concreta – natural ou humana –, não prescinde de certa atividade cognoscitiva, ou seja, de algum conhecimento acerca da realidade sobre a qual se intenciona agir. Já a atividade teórica não transforma a realidade, embora sua existência esteja vinculada à prática, uma vez que fornece conhecimentos imprescindíveis para essa transformação. O objeto da atividade teórica só tem existência subjetiva (sensações, percepções) ou ideal (conceitos, teorias, hipóteses). Dessa forma, a transformação possível mediante a atividade teórica é a ideal e não a real.

Na relação entre atividade prática e atividade teórica se configura a práxis. Isso porque, se, por um lado, a práxis é compreendida como uma “[...] atividade material, transformadora e ajustada a objetivos”, por outro, “[...] não há práxis como atividade puramente material, isto é, sem a produção de finalidades e conhecimentos que caracterizam a atividade teórica” (VÁZQUEZ, 2007, p. 208). Assim, se, por um lado, a prática é o fundamento da teoria, por outro, a teoria não tem como função justificar a prática e sim servir-lhe de guia e possibilidade de esclarecimento, muitas vezes estabelecendo relativa autonomia em relação à primeira e até se antecipando a ela. Sendo, portanto, a práxis uma atividade teórico-prática, resulta daí:

[...] ser tão unilateral reduzir a práxis ao elemento teórico, e falar inclusive de uma práxis teórica, como reduzi-la a seu lado material, vendo nela uma atividade exclusivamente material. Pois bem, da mesma maneira que a atividade teórica, subjetiva, por si só, não é práxis, tampouco o é a atividade material do indivíduo, ainda que possa desembocar na produção de um objeto – como é o caso do ninho feito pelo pássaro – quando lhe falta o momento subjetivo, teórico, representado pelo lado consciente dessa atividade (VÁZQUEZ, 2007, p. 241).

Compreendida de tal forma a unidade entre a teoria e a prática, o ato de conhecer passa necessariamente por uma postura ativa do sujeito diante do objeto de conhecimento e, portanto, implica uma dimensão prática da atividade. Marx e Engels (1998) exploram essa ideia na tese I sobre Feuerbach, ao fazer a crítica tanto ao idealismo quanto ao materialismo tradicional. Segundo este autor, o materialismo tradicional conceberia o conhecimento como mera contemplação do sujeito diante de um objeto exterior a ele e, portanto, um sujeito passivo que “[...] se limita a receber ou refletir uma realidade; o conhecimento não passa do resultado da ação dos objetos do mundo exterior sobre os órgãos dos sentidos” (VÁZQUEZ, 2007, p. 151). Já o idealismo, embora considere a atividade do sujeito, considera-a apenas abstratamente, ou seja, não inclui a atividade prática. Marx propõe ao mesmo tempo, como forma de superação, a negação da contemplação e a negação da atividade meramente abstrata. Para ele, conhecer é “[...] conhecer objetos que se integram na relação entre o homem e o mundo, ou entre o homem e a natureza, relação que se estabelece graças à atividade prática humana” (VÁZQUEZ, 2007, p. 153). Como, no entanto, toda atividade prática não prescinde de uma atividade teórica, concluímos que o conhecimento só é possível na práxis.

No entanto, Vázquez (2007) chama a atenção a que, no senso comum, associa-se o prático ao utilitário. De acordo com esse raciocínio, o conhecimento só seria verdadeiro conforme fosse útil. No entanto, o que se defende é exatamente o inverso, ou seja, o conhecimento é útil na medida em que é verdadeiro, e o critério de verdade é dado pela prática social.

Nesse sentido, a compreensão da práxis como atividade teórico-prática traz implicações importantes para a organização da prática como componente curricular na formação inicial de professores de matemática, de modo a não ser confundida com um certo praticismo, entendido do ponto de vista do senso comum, no qual a prática se efetiva sem teoria, ou com muito pouco dela e, diversas vezes, associada a uma visão **simplista** da ideia de contextualização no ensino de matemática, por meio da qual se reduz a prática à ideia de **associar com a realidade**. Nessa direção, alerta Vázquez (2007) para a preocupação com a compreensão prática entendida como uma atividade acrítica em relação a si mesma. É nessa perspectiva que se situam muitas das críticas às teorias sobre a epistemologia da prática, por meio das quais se acredita que, em decorrência

de um processo de reflexão, garante-se a formação de um bom professor, mesmo numa condição esvaziada teoricamente (ALMEIDA, 2006).

Assim, é apenas por meio do conceito de práxis que se torna possível adentrar no conceito de conhecimento, dentro de uma concepção histórico-cultural e, por conseguinte, no conceito de educação escolar, como lugar de apropriação de conhecimento científico. Daí a sua importância, se buscamos compreender as contribuições desse enfoque para o trabalho e a formação docente.

Sobre educação escolar, destaca Moura (2012, p. 190) que:

Esta vai além do ensinamento do que acontece no cotidiano. A educação para a aprendizagem do cotidiano não requer a escola como espaço de aprendizagem. A aprendizagem do cotidiano se dá nas práticas cotidianas. Ir além da aparência dos objetos e fenômenos é que exige a ação intencional de desvelá-los para o estudante que ao se apropriar das suas múltiplas determinações deverá compreender o modo como foram se constituindo. Em síntese, apropriar-se do objeto de conhecimento passa pelo domínio do modo de fazê-lo e dos instrumentos mediadores para concretizá-lo. Esse modo de organizar o ensino poderá impactar os processos de formação dos alunos possibilitando-os a resolver problemas que superem as ações cotidianas.

A compreensão de educação escolar, conforme descrita por Moura (2012), nos leva a pensar sobre a necessidade de que o entendimento de prática, em sua essência, supera a compreensão desse conceito como aproximação ao cotidiano, mas como um modo de apropriação do objeto – o conhecimento – por meio das múltiplas determinações que o constituem.

A PRÁTICA COMO COMPONENTE CURRICULAR NA LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

Ao adentrarmos a necessidade de compreender a prática como componente curricular em cursos de licenciatura em matemática no Brasil em consonância com a legislação vigente e na direção da essência desse conceito, cumpre-nos a necessidade de desvelarmos elementos centrais sobre a produção acadêmica brasileira já desenvolvida nessa área. Esse levantamento de pesquisas já desenvolvidas tem como intuito principal evidenciar que situações vêm sendo compreendidas como prática e um pouco do caminho percorrido pelos pesquisadores para o aprofundamento do tema.

Pesquisa desenvolvida por Pereira (2013) procurou mapear a produção acadêmica que trata da disciplina de prática de ensino de matemática e da prática como componente curricular no período de 2005 a 2012, de modo a descrever um estado da arte sobre a pesquisa brasileira nessa temática. Ao utilizar como filtro para a coleta de dados o termo **prática como componente curricular** foram identificadas 5 dissertações, datadas de 2008 a 2012.

O primeiro trabalho encontrado, de autoria de Perentelli (2008 apud PEREIRA, 2013), analisou os projetos pedagógicos de dois cursos de licenciatura em matemática de duas instituições de ensino superior da Grande São Paulo. A pesquisa revela que as duas instituições faziam um esforço para diminuir as divergências existentes e buscar coerência entre o que estava escrito no projeto pedagógico e o que acontecia na ação dos professores formadores em sala de aula.

O segundo trabalho, pesquisa desenvolvida por Mayer (2008 apud PEREIRA, 2013), analisou a maneira como foi trabalhada a questão da integração entre as disciplinas específicas e pedagógicas, pelo corpo docente do curso de licenciatura em matemática da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Os resultados apontaram a falta de integração entre as áreas que faziam parte do currículo do curso e que a inclusão das práticas como componente curricular em disciplinas específicas e pedagógicas no projeto pedagógico foram vistas como uma possibilidade de integração entre as duas áreas.

Já a pesquisa desenvolvida por Moriel Júnior (2009 apud PEREIRA, 2013) investigou as propostas de formação de professores presentes em atuais projetos político pedagógicos de cursos de licenciatura em matemática no estado do Paraná. Após análise, concluiu que metade dos projetos político pedagógicos apresentam indícios de articulação teoria-prática em todas as disciplinas destinadas à efetivação da prática como componente curricular e, na outra metade, há evidências em apenas algumas disciplinas.

Da pesquisa de Guidini (2010 apud PEREIRA, 2013), depreendeu que tinha por objetivos reconhecer indícios de identificação com a profissão docente por parte dos futuros professores de matemática, durante o curso de licenciatura, e conhecer e analisar as contribuições das experiências vividas pelos licenciados no desenvolvimento da prática como componente curricular, para a constituição de sua identidade profissional docente. Constatou-se que:

[...] o estímulo e o desenvolvimento de uma postura reflexiva, questionadora e investigativa, promovidos pela Prática como Componente Curricular, geram, não só um complexo processo de socialização com o ambiente docente, mas também conflitos, rupturas, incertezas, escolhas e batalhas internas, o que propicia que os licenciandos confirmem ou vetem a escolha pela docência (PEREIRA, 2013, p. 12).

Por fim, destacou-se a pesquisa de Nogueira (2012 apud PEREIRA, 2013) em que analisou como as práticas entendidas como componentes curriculares estão distribuídas na organização curricular dos projetos pedagógicos e como acontecem nas disciplinas dos cursos de licenciatura em matemática. Constatou que a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) alocou as horas de prática como componente curricular no conjunto das disciplinas de conteúdos específicos e pedagógicos via projetos articuladores, contando com a presença de um professor articulador para cada ano.

Seguido do estado da arte realizado por Pereira (2013), no período de 2005 a 2012 e situado no rol de pesquisas vinculadas a programas de pós-graduação, destacam-se os trabalhos de Brandalise e Trobia (2011) e de Marcatto e Penteado (2013).

O trabalho de Brandalise e Trobia (2011) provém de pesquisa realizada no ano de 2010 em uma instituição pública paranaense, para investigar as principais contribuições da prática como componente curricular a partir da implantação das 400 horas nos projetos de cursos. A pesquisa foi desenvolvida por meio de análise documental, entrevistas com professores da disciplina de instrumentação para o ensino de matemática, criada para atender as diretrizes vigentes e, por fim, questionários com estudantes concluintes naquele ano.

Para a incorporação da prática como componente curricular, a disciplina de Instrumentação para o ensino foi implantada nos quatro anos de curso, aliada à disciplina de laboratório de matemática, totalizando a carga horária prevista, conforme segue: instrumentação I, no primeiro ano (68 horas); instrumentação II, no segundo ano (102 horas); instrumentação III, no terceiro ano (102 horas); instrumentação IV, no quarto ano (68 horas) e laboratório de ensino de matemática (68 horas), também para o quarto ano de curso.

Segundo Brandalise e Trobia (2011, p. 343):

As disciplinas de Instrumentação para o Ensino de Matemática e de Laboratório de Ensino de Matemática caracterizam-se por um conjunto de estudos, vivências, intervenções, experiências e produções científicas e didático-pedagógicas sobre o conhecimento matemático, sua produção e socialização. Cabe a ambas propiciar os momentos interdisciplinares e contextualizados, no âmbito do Curso.

A pesquisa de Marcatto e Penteado (2013) investigou a inserção da prática como componente curricular em cursos de licenciatura em matemática, a partir da análise de 30 projetos de cursos de licenciatura, sendo 24 (80,0%) de instituições públicas, 14 (58,3%) de instituições federais e 10 (41,7%) de cursos que pertenciam aos estados. Completa a amostra o setor privado com seis projetos (20,0% do total).

Primeiramente, a pesquisa revelou que:

50% dos projetos de curso têm as horas de prática como componente curricular distribuídas durante toda a formação do futuro professor, do primeiro ao último semestre, sem interrupção. Em 40% dos projetos de curso, as horas de prática como componente curricular não estão presentes do primeiro ao último semestre do curso. Pelo menos um semestre ou mais na matriz curricular não contempla as horas de prática. Em 10% dos projetos, dois semestres consecutivos, dentro do mesmo ano, não contam com as horas de prática como componente curricular (MARCATTO; PENTEADO, 2013, p. 66).

A análise dos projetos realizada por Marcatto e Penteado (2013) possibilitou, ainda, a identificação de três grandes modelos de cursos, no que tange à organização da prática como componente curricular. Num primeiro modelo, encontram-se os projetos que criaram em sua matriz curricular disciplinas com carga horária contabilizada integralmente na categoria prática como componente curricular, totalizando 11 projetos do total de 30. Um segundo modelo revela aqueles que inseriram parte da carga horária, de 8 a 30 horas, em algumas disciplinas ou todas, contabilizadas como prática como componente curricular, somando 7 projetos. O terceiro modelo é uma junção dos dois primeiros, ou seja, há disciplinas que são contabilizadas integralmente na categoria prática como componente curricular e há disciplinas que são contabilizadas parcialmente nessa categoria, contemplando 12 projetos.

Da produção acadêmica sobre a prática como componente curricular em cursos de licenciatura em matemática, embora encontremos dissertações e outros trabalhos acadêmicos que abordem o tema, pouco se tem destacado sobre indícios da organização

da prática no contexto das disciplinas, ou seja, na organização do ensino pelos docentes para a sua incorporação como componente curricular. A ênfase de muitos dos trabalhos é na proposição de disciplinas que se enquadrem nessa categoria ou na previsão de parte da carga horária para atendimento dessa especificidade, cabendo aos docentes definir ações e estratégias de encaminhamento.

Na busca de compreensão sobre a organização da prática como componente curricular, Mocrosky, Kalinke e Estephan. (2012) apresentam experiência desenvolvida na disciplina de funções reais de uma variável real, em um curso de licenciatura de uma universidade pública federal paranaense, com a discussão de um roteiro de atividade para a dinamização da prática. A proposta revela o entendimento dos pesquisadores sobre a prática na formação de professores de matemática como “[...] atividades diversificadas que, repletas de teoria, são direcionadas à formação do professor” (MOCROSKY; KALINKE; ESTEPHAN, 2012, p. 357). No entendimento dos pesquisadores, não se trata de estabelecer um modelo teórico para a prática, mas sim fomentar a discussão sobre a necessária articulação da prática no processo formativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inserção da prática como componente curricular nos projetos político pedagógicos dos cursos de licenciatura no Brasil ainda é um desafio para muitas instituições. Sendo um processo relativamente recente, ainda são poucas as pesquisas que apresentem dados e análises sobre o modo como tem se dado a compreensão e implementação de tal prática.

Em particular, nos cursos de licenciatura em matemática, as pesquisas apontam que a exigência legal de inserção da prática como componente curricular nos projetos político pedagógicos de cursos tem se dado por meio de três estratégias básicas relacionadas à grade curricular dos cursos: disciplinas contabilizadas integralmente como sendo de prática; prática como componente curricular inserida em algumas disciplinas do curso; disciplinas de prática e prática inserida nas disciplinas (MARCATTO; PENTEADO, 2013).

No entanto, este panorama é curioso se compreendermos a necessária articulação entre teoria e prática para a produção e apropriação do conhecimento. Afinal, o que

seria uma disciplina totalmente prática? Uma disciplina totalmente prática não teria por objetivo a apropriação de conhecimentos teóricos sobre a docência? Ou será que o saber docente seria um conhecimento unicamente empírico, entendido como aquele focado exclusivamente na experiência sensorial e que “[...] se apoia nas observações e representações” (DAVYDOV, 1988, p. 80)? Não concordamos com essa compreensão de prática. Defendemos a existência de um saber docente subsidiado por um conhecimento teórico sobre a docência. Nesse sentido, entender a prática como componente curricular implica possibilitar aos estudantes a experiência que inclui a observação que:

[...] se apoia na ação cognoscitiva, que revela as conexões internas como fonte dos fenômenos observados. As ações que estabelecem as conexões entre o externo e o interno (singular e universal) constituem a base para a compreensão do objeto. A continuação do processo de formação do concreto, com ajuda destas ações, é o pensamento realizado em forma de conceitos, isto é, o pensamento teórico (DAVYDOV, 1988, p. 80).

De forma equivalente, a prática perpassa a apropriação de conhecimentos teóricos. Mais especificamente, é possível vislumbrar o componente da prática como componente curricular na formação de professores de matemática em disciplinas como cálculo, topologia, análise real, entre outras. Nesse sentido, qual articulação é possível estabelecer entre os conceitos abordados em tais disciplinas e avanços científicos e tecnológicos? Como ressignificar conceitos a serem ensinados na educação básica a partir das abordagens possibilitadas por essas disciplinas? Por exemplo, será que a compreensão dos conceitos de densidade ou convergência não tem implicações na maneira como o professor organiza o ensino dos números reais ou de uma soma de progressão geométrica infinita?

Assim, embora evidentemente algumas disciplinas do curso de licenciatura em matemática estejam mais diretamente relacionadas com a prática docente, como estágio, laboratório de matemática, didática da matemática, resolução de problemas ou modelagem matemática, o princípio formativo a ser perseguido é a efetiva articulação entre a teoria e prática.

Em síntese, assim como a abordagem teórica de conceitos não prescinde da sua articulação com a atividade prática – histórica, social e dos sujeitos, também o foco na realidade escolar e na prática pedagógica demanda conhecimento teórico que permita aos sujeitos compreender tal realidade na superação do olhar empírico que a configura

como caso particular. Tal superação, como afirma Davydov (1988, p. 76), permite que o sujeito compreenda os objetos na “[...] sua relação dentro de certo todo e na dependência dele [...]”, o que é possível pelo desenvolvimento do pensamento teórico, na articulação entre prática e teoria.

Nesse sentido, a compreensão do conceito de prática e, por conseguinte, seu entendimento no contexto da prática como componente curricular no processo formativo de professores de matemática, constitui questão central a ser problematizada e apropriada por pesquisadores e formadores de professores que investigam e/ou atuam nas licenciaturas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. I. Apontamentos a respeito da formação de professores. In: BARBOSA, R. L. L. (Org.). **Formação de educadores: artes e técnicas, ciências políticas**. São Paulo: UNESP, 2006.

BRANDALISE, M. A. T.; TROBIA, J. A prática como componente curricular na licenciatura em matemática: múltiplos contextos, sujeitos e saberes. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 337-357, 2011.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 dez. 1996. p. 27833.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 abr. 2002a. Seção 1, p. 8.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP 2, de 19 de fevereiro de 2002. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 4 mar. 2002b. Seção 1, p. 9.

CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2002.

DAVYDOV, V. V. Problems of developmental teaching. The experience of theoretical and experimental psychological research – excerpts. **Soviet Education**, v. 30, n. 8, Aug. 1988.

DICIO. **Dicionário online de português**. 2015. Disponível em <<http://www.dicio.com.br/pratica>>. Acesso em: 02 nov. 2015.

DINIZ-PEREIRA, J. E. A prática como componente curricular na formação de professores. *Educação*, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 203-218, maio/ago. 2011.

FIORENTINI, D.; CASTRO, F. C. C. Tornando-se professor de matemática: o caso de Allan em prática de ensino e estágio supervisionado. In: FIORENTINI, D. (Org.). **Formação de professores de matemática: explorando novos caminhos com outros olhares**. Campinas: Mercado das Letras, 2003.

FIORENTINI, D.; NACARATO, A. M. (Org.). **Cultura, formação e desenvolvimento profissional de professores que ensinam matemática**. São Paulo: Musa Editora, 2005.

FORMOSINHO, J. A formação prática de professores. In: CAMPOS, B. P. (Org.). **Formação profissional de professores no ensino superior**. Porto: Porto Editora, 2001.

FORMOSINHO, J. A formação prática dos professores. Da prática docente na instituição de formação à prática pedagógica nas escolas. In: FORMOSINHO, J. (Coord.). **Formação de professores: aprendizagem profissional e ação docente**. Porto: Porto Editora, 2009.

FORMOSINHO, J.; NIZA, S. Iniciação à prática profissional nos cursos de formação inicial de professores. In: FORMOSINHO, J. (Coord.). **Formação de professores: aprendizagem profissional e ação docente**. Porto: Porto Editora, 2009.

GATTI, B. A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, out./dez. 2010.

GUERRA, Y. No que se sustenta a falácia de que a prática a teoria é outra? In: SEMINÁRIO NACIONAL ESTADO E POLÍTICAS SOCIAIS NO BRASIL, 2., 2005, Cascavel. *Anais...* Cascavel: Unioeste, 2005. Disponível em: <http://cac-phi.unioeste.br/projetos/gpps/midia/seminario2/trabalhos/servico_social/mss20.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2014.

MARCATTO, F. S. F.; PENTEADO, M. G. O lugar da prática nos projetos pedagógicos de cursos de licenciatura em matemática. *Acta Scientiae*, v. 15, n. 1, jan./abr. 2013.

MARX, K.; ENGELS, F. **A ideologia alemã**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

MOCROSKY, L. F.; KALINKE, M. A.; ESTEPHAN, V. M. A prática como componente curricular na formação inicial do professor de matemática: em busca de compreensões. In: CURY, H. N.; VIANNA, C. R. **Formação do professor de matemática: reflexões e propostas**. Santa Cruz do Sul: IPR, 2012.

MOURA, M. O. Didática e prática de ensino para educar com a matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO, 16., 2012, Araraquara. **Anais...** Araraquara: Unicamp, 2012.

MOURA, M. O. Pesquisa colaborativa: um foco na ação formadora. In: BARBOSA, R. L. L. (Org.). **Trajetórias e perspectivas da formação de educadores**. São Paulo: UNESP, 2004.

PEREIRA, P. S. Apresentando pesquisas que tratam da disciplina prática de ensino de matemática/estágio supervisionado e da prática como componente curricular no período de 2005 a 2012. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 11., 2013, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBEM, 2013.

RIBEIRO, F. D. **A aprendizagem da docência na prática de ensino e no estágio: contribuições da teoria da atividade**. 2011. 196 p. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

VÁZQUEZ, A. S. **Filosofia da práxis**. São Paulo: Expressão Popular, 2007.

VEIGA, I. P. A. **A aventura de formar professores**. Campinas: Papyrus, 2009.



The background of the cover is a light blue gradient. On the left side, there is a dense, overlapping cluster of various numbers and mathematical symbols in different shades of blue and white. The numbers include 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, and symbols like pi (π), infinity (∞), and a percent sign (%). The numbers are of various sizes and orientations, creating a dynamic and abstract composition. A vertical white line runs down the right side of the cover, separating the decorative area from the text.

**PÓS-MODERNIDADE, CULTURA E
TENDÊNCIAS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

Luciane Mulazani dos Santos

Valdir Damazio Junior



INTRODUÇÃO

O objetivo deste texto é discutir educação matemática e pós-modernidade. Para isso, apresentamos um estudo que versa sobre educação e cultura na sociedade pós-moderna. Nossa intenção é provocar reflexões sobre os caminhos da educação matemática e suas tendências. Assim, situamos os termos **moderno** e **pós-moderno** para entendimento do tempo em que vivemos e problematizamos a impossibilidade de uma definição única para o termo **pós-moderno**. Contrapomos o entendimento de pós-modernidade com aquilo que se define por modernidade, mais particularmente o conceito de verdade: na modernidade, a verdade assume papel central, e isso tem um impacto decisivo no ensino de matemática; na pós-modernidade, a verdade deixa de ocupar posição central, dando espaços a várias verdades e várias formas de se relacionar com o conhecimento. Se é assim, o que seria uma educação matemática pós-moderna? Uma vez que a noção de verdade e de conhecimento puro é questionada na pós-modernidade, o quê e por quê ensinar? Enfrentando essas perguntas, abordamos o tema encarando a pós-modernidade no sentido de oposição à modernidade. Para isso, fizemos três movimentos. O primeiro, de demarcar as principais características e promessas da modernidade, por acreditarmos ser essa uma boa maneira para compreender algumas das características da pós-modernidade. No segundo, trazemos pontos de discussão de diferentes autores a respeito do pós-moderno. No terceiro, relacionamos a questão da pós-modernidade como oposição à modernidade em educação matemática.

HISTÓRIAS SOBRE O PASSADO, REFLEXÕES SOBRE O PRESENTE E SOBRE O FUTURO

Museu é um espaço que reúne coisas que preservam memórias, que guardam histórias que sobrevivem a diversos períodos históricos, que colocam uma cultura em exposição. Uma visita ao museu rende viagens no tempo e na história. De acordo com os estatutos do International Council of Museum (2015), um museu é uma organização permanente, sem fins lucrativos, aberta ao público a serviço da sociedade e do seu desenvolvimento, que adquire, conserva, pesquisa, comunica e expõe o patrimônio material e imaterial da humanidade e seu ambiente para fins de educação e prazer. O trabalho realizado pelo museu com seu acervo é fundamental para a criação de identidades cul-

turais, perpassando aspectos da educação, história, arte e tecnologia. Todas as coisas expostas em um museu – e o próprio espaço do museu – revelam cotidianos de outros tempos, de outras histórias. Ainda que conte histórias sobre o passado, uma visita ao museu rende também reflexões sobre o presente e sobre o futuro.

Foi uma visita a uma exposição do Museu de Arte Contemporânea de Curitiba que fez render as reflexões que iniciam este texto. A exposição do projeto Conservação e Restauração de Telas do Museu de Arte Contemporânea do Paraná mostrou como foi feito o trabalho de restauração de algumas pinturas, apresentando as telas restauradas e as informações sobre como cada processo foi feito por meio de técnicas especializadas para cada tipo de obra.

O objetivo da restauração não é eliminar os efeitos da passagem do tempo sobre uma obra. Isso seria apagar a sua história. O objetivo é preservar a história, evidenciando as belezas da obra e o estilo e as intenções do artista. É por isso que, por exemplo, as restaurações em telas pintadas com tinta a óleo são feitas utilizando tinta à base de água. Como sabemos, o solvente da água não é o mesmo do óleo: o trabalho de uma restauração pode ser desfeito sempre que desejável sem, com isso, comprometer a obra original. As restaurações feitas são sempre negociadas, ou com o artista ou com sua família, porque a função do restaurador não é reconstruir uma obra e sim preservá-la da forma mais fiel ao original.

O caso da restauração do autorretrato do pintor e escultor curitibano Oswald Lopes (1910–1964) é particularmente interessante e nos leva a algumas reflexões a respeito da passagem do tempo para uma obra de arte. A pintura é um óleo sobre tela. Oswald Lopes era conhecido por sua farta barba, que aparece retratada na tela que necessitava de reparos por conta das condições em que se encontrava. Durante os exames da tela, usando diversas técnicas especializadas, os restauradores descobriram que a obra, em algum momento de sua história, havia sido repintada. A barba de Oswald Lopes foi pintada em cima do autorretrato original, muito provavelmente por outra pessoa, pois as pinceladas e as tintas tinham outras características se comparadas ao estilo do artista. Foi uma surpresa para os restauradores perceber a condição da barba de Oswald Lopes no quadro. Havia uma decisão a tomar durante o restauro: manter a barba ou retirá-la? Consultada, a família do artista autorizou a remoção da barba, deixando o quadro como foi pintado por Oswald Lopes.

UMA ABORDAGEM INTRODUTÓRIA

No mundo das ciências, muitas vezes, novas ideias aparecem como oposição ou confronto a ideias anteriores. Isso traz rupturas ou mudanças de pensamento, construindo transições paradigmáticas. Um bom exemplo, encontrado na história da ciência, é o modelo heliocêntrico proposto por Copérnico - e difundido por Galileu -, em oposição ao modelo geocêntrico ptolomaico. Outro exemplo são as revoluções ocorridas na Física moderna graças aos trabalhos de Einstein, uma oposição à mecânica clássica newtoniana.

Quando tratamos das ciências humanas – incluída aí a educação e, por extensão, a educação matemática –, as rupturas ou mudanças de pensamento não são tão consensuais, tornando mais difícil a tarefa de demarcar um ponto de ocorrência de uma transição paradigmática. Além disso, não raras vezes, nas ciências humanas coexistem diferentes campos teóricos que são considerados contraditórios em muitos de seus pontos conceituais, mas, ainda assim, são campos válidos enquanto ciências, abarcados por comunidades científicas bem estruturadas. No âmbito das ciências humanas, mesmo teorias reconhecidamente importantes para o pensamento ocidental atual não assumem um caráter demarcatório decisivo de ruptura, ou seja, podem até possibilitar mudanças de pensamento, mas não são aceitas como teorias dominantes.

Neste trabalho, chamamos a atenção para um dos pontos críticos da história das ciências e do pensamento que influenciaram e continuam influenciando tanto as ciências naturais quanto as ciências humanas: a oposição entre modernidade e pós-modernidade.

Há muitos complicadores na tarefa de discutir a questão da oposição entre modernidade e pós-modernidade. De início, o primeiro deles, é discutir o uso e o significado do termo **pós-modernidade**. Tudo o que se pode usar como definição, justificativa ou exemplos para a pós-modernidade leva a todos os outros complicadores, marcadamente repousados no tratamento dado às possíveis atuações ou influências dos conceitos de pós-modernidade no mundo em que vivemos. Os complicadores aparecem, pois, a discussão em torno do tema depende do contexto de ideias e paradigmas em que são tratados. Assim, é tarefa delicada discutir o tema; nos dedicamos a ela, neste texto, apresentando um possível panorama de discussão, considerando nossas leituras de pesquisa e nossa intenção de contribuir para uma discussão crítica em educação matemática.

Por considerarmos a tarefa delicada, não pretendemos definir o que é pós-modernidade e muito menos traçar pontos e diretrizes do que seria uma educação pós-moderna. Se tivéssemos a pretensão de responder decisivamente a tais problemas, estaríamos caindo num mesmo erro do que chamaremos de lógica da modernidade, que tem como uma de suas características fundamentais a ilusão de chegar a uma solução, mesmo que provisória, aos problemas por ela tratados. Essa impossibilidade, que já de antemão impusemos ao nosso trabalho, não significa que o tema não possa ser discutido, ou mesmo que não podemos tirar proveito dessa discussão. Partimos do pressuposto de que não é possível incluir as discussões envolvendo pós-modernidade numa mesma lógica moderna de certezas e controle. Neste sentido, as conclusões obtidas nesta discussão são de outra natureza, onde daremos mais relevância às novas perguntas e aos novos problemas que podem ser alcançados neste caminho, do que em possíveis respostas a velhos problemas formulados.

UMA TENTATIVA DE DEFINIR A PÓS-MODERNIDADE...

O termo **pós-modernidade** é usado, com frequência, para se referir ao que vem depois da **modernidade** ou ao que se opõe à modernidade. Ainda que não exista uma clara demarcação do ponto onde deixamos a modernidade para trás e adentramos a pós-modernidade – ou mesmo se tal fato aconteceu –, esse é o uso mais comum do termo. Tal uso corriqueiro não tira, contudo, o caráter polissêmico do termo. E é na esteira dessa polissemia que nosso texto se desenvolve: trabalhamos com a possibilidade de o conceito assumir diferentes significações em diferentes contextos e não numa busca de propor uma única definição para o termo **pós-modernidade**.

DEMARCANDO CARACTERÍSTICAS E PROMESSAS DA MODERNIDADE...

A racionalidade moderna começa a se instaurar à medida que o pensamento científico desenvolvido no Iluminismo começa a ganhar força e assumir o papel central na ciência, a partir de trabalhos de Galileu, Kepler, Newton, Bacon, Descartes, dentre outros. É uma nova racionalidade científica, considerada por Santos (2009) como um modelo totalitário, uma vez que nega o caráter racional das formas de conhecimento que não seguem os seus princípios epistemológicos e regras metodológicas. Isso mostra

a característica do pensamento moderno de querer controlar, ostensivamente, aquilo que deve, ou não, ser considerado como ciência.

Este caráter totalitário contribuiu para que imperasse, na modernidade, um sistema cuja pretensão foi “[...] prender a realidade num sistema coerente [...]”. Assim, tudo aquilo que, na realidade, contrariava esse sistema, era posto de lado; afastado e esquecido, era visto como ilusão ou aparência (MORIN, 2007, p. 70). Circundava esse sistema de policiamento um efeito – chamado mais tarde por Foucault (1999) de sujeição dos saberes – que fez com que muitas formas de conhecimento fossem enquadradas à racionalidade moderna, sob pena de serem descartadas ou sufocadas se assim não fizessem, por serem consideradas não válidas.

O papel ocupado pelo conhecimento matemático, na modernidade, também dá uma pista sobre a importância, para efeitos futuros, da questão da racionalidade científica. A matemática, neste período, ocupava um papel de destaque que fornecia à ciência moderna “[...] não só o instrumento privilegiado de análise, como também, a lógica da investigação, [...] o modelo de representação da própria estrutura da matéria”. Como consequência, há uma busca pela redução da complexidade, pois “[...] o mundo é complicado e a mente humana não o pode compreender completamente. Conhecer significa dividir e classificar para depois poder determinar relações sistemáticas entre o que se separou” (SANTOS, 2009, p. 27).

Há, ainda, outra consequência advinda do pensamento moderno: a tentativa de aplicar às ciências humanas o mesmo rigor e método aplicado às ciências naturais e à matemática. “O prestígio de Newton e das leis simples a que reduzia toda a complexidade da ordem cósmica [...]” converteu a ciência moderna “[...] no modelo de racionalidade hegemônica que a pouco e pouco transbordou do estudo da natureza para o estudo da sociedade” (SANTOS, 2009, p. 32). Neste sentido, toda e qualquer forma de conhecimento que pretendesse o status de ciência “[...] passou a considerar como protótipo do seu nascimento e do seu devir o conhecimento matemático. Este seria o modelo para a maioria dos discursos científicos em seu esforço de alcançar o rigor formal e a demonstratividade” (DAMÁZIO JÚNIOR, 2011, p. 90).

Essa é uma racionalidade, nascida do Iluminismo, que perdura, em muitos aspectos, até os dias atuais. Santos (2006, p. 780) a chama de razão indolente, que “[...] subjaz,

nas suas várias formas, ao conhecimento hegemônico, tanto filosófico como científico, produzido no ocidente nos últimos duzentos anos”. Dentre as formas assumidas por esta razão indolente, Santos (2006) destaca a razão metonímica, cuja característica principal é a obsessão pela ideia de totalidade, que nega a existência de qualquer conhecimento fora da relação com a totalidade. Neste sentido, a dicotomia assume papel central na racionalidade moderna, estabelecendo uma simetria entre as partes, o que cria uma relação horizontal que oculta uma relação vertical de superioridade. Ou seja, o todo – que discursivamente seria composto pela união das partes que compõem determinada forma de conhecimento – é estabelecido a partir de uma relação dicotômica onde:

O todo é uma das partes transformadas em termo de referência para as demais. É por isso que todas as dicotomias sufragadas pela razão metonímica contêm uma hierarquia: cultura científica / cultura literária; conhecimento científico / conhecimento tradicional; homem / mulher; cultura / natureza; civilizado / primitivo; capital / trabalho; branco / negro; Norte / Sul; Ocidente / Oriente; e assim por diante (SANTOS, 2006, p. 782).

DISCUTINDO DIFERENTES CONCEPÇÕES DE PÓS-MODERNIDADE...

Estabelecendo um pequeno panorama sobre os usos e entendimentos do conceito de pós-modernidade, iniciamos esclarecendo que há controvérsias com relação ao uso dos termos modernidade e pós-modernidade. Neste texto, dentre os referenciais que poderíamos usar para abordar o tema, optamos por trabalhar com as descrições e discussões de Santos (1989) e Anderson (1999) contextualizando com nosso estudo.

Para entender o que é pós-modernidade precisamos, primeiro, saber o que é modernidade. Talvez. Se pensarmos na pós-modernidade como oposição à modernidade, sim, o fato de conhecer sobre o que se deu **antes**, na história, ajuda na compreensão do que veio **depois**. Porém, nem todos os estudos sobre a pós-modernidade consideram-na como contrária à modernidade, estabelecendo uma relação entre o antes e o depois. Para organização do nosso texto, por uma questão arbitrária, optamos por iniciar falando da modernidade para depois caracterizar a pós-modernidade.

De acordo com Anderson (1999), quem usou pela primeira vez o termo modernismo para designar um movimento estético foi o poeta nicaraguense Félix Rubén

García Sarmiento, conhecido como Rubén Darío. Isso aconteceu em 1890. Esse fato coloca o nascimento do modernismo fora do centro do sistema cultural da época (Estados Unidos e Europa), deslocando-o para a América Central. O modernismo era, em seu início, uma corrente inspirada nas escolas francesas de literatura (romântica, parnasiana, simbolista) corrente que nascia como um desejo de busca por uma independência cultural da América Hispânica com relação à Espanha, o que acabou por acarretar, naquela década, “[...] um movimento de emancipação das próprias letras espanholas em relação ao passado”, fazendo com que o termo modernismo tivesse um significado também na Espanha (ANDERSON, 1999, p. 9). Só foi meio século depois, por volta de 1940, que a ideia de modernismo passa a ter uso geral também na Inglaterra.

Ainda segundo Anderson (1999), a ideia de um pós-modernismo também nasceu no mundo hispânico, na década de 1930, cerca de vinte anos antes do seu surgimento na Inglaterra ou nos Estados Unidos. Foi o escritor espanhol Federico de Onís quem primeiro usou o termo *postmodernismo* para descrever um momento estético de revisão e contestação dos modelos do modernismo. Somente na década de 1950 é que o termo surgiu na Inglaterra e nos Estados Unidos, já com um contexto diferente, sendo usado como uma categoria de época e não de estética: em 1954, o historiador britânico Arnold Joseph Toynbee publicou o oitavo volume de sua obra *Estudo da História*, chamando de idade pós-moderna a época iniciada com a guerra franco-prussiana, um conflito ocorrido entre o Império Francês e o Reino da Prússia no final do século XIX que foi um marco para a unificação da Alemanha e para a queda do segundo império francês. Praticamente na mesma época, em 1951, nos Estados Unidos, o poeta Charles Olson usa pela primeira vez o termo pós-moderno para se referir ao mundo posterior à era dos descobrimentos e da Revolução Industrial.

No final dos anos 50, o termo pós-modernismo passou a ser empregado pelo sociólogo Charles Wright Mills e pelo crítico literário Irving Howe, ambos norte-americanos. Mills usou o termo para indicar uma época na qual os ideais modernos do liberalismo e do socialismo tinham simplesmente falido, quando a razão e a liberdade se separaram numa sociedade pós-moderna de impulso cego e conformidade vazia. Já Howe usou-o para descrever uma ficção contemporânea incapaz de sustentar a tensão modernista com uma sociedade circundante cujas divisões de classe tornavam-se cada

vez mais amorfas com a prosperidade do pós-guerra. Na sequência, o termo foi usado por outros norte-americanos, em diferentes contextos, sempre constituídos de uma **improvisação terminológica** ou **posição casual** (ANDERSON, 1999).

Isso porque:

Uma vez que o moderno – estético ou histórico – é sempre em princípio o que se deve chamar um presente absoluto, ele cria uma dificuldade peculiar para a definição de qualquer período posterior, que o converteria num passado relativo. Nesse sentido, o recurso a um simples prefixo denotando o que vem depois é virtualmente inerente ao próprio conceito, cuja recorrência se poderia esperar de antemão sempre que se fizesse sentir a necessidade ocasional de um marcador de diferença temporal. O uso nesse sentido do termo ‘pós-moderno’ sempre foi de importância circunstancial. Mas o desenvolvimento teórico é outra coisa (ANDERSON, 1999, p. 20).

De acordo com Santos (1989), foi na arte – nos idos anos 50 – que o pós-modernismo alcançou seu maior ponto de influência, varrendo o mundo. Começando pela arquitetura, suas influências passaram para a pintura e a escultura e, depois, para a literatura. Como características, a sátira, o pastiche e a falta de esperança. As mudanças na sociedade alcançadas com o uso da computação, a partir da década de 1950, tiveram também um papel importante na definição do que é pós-modernismo. Nos anos 60, o conceito toma corpo nas artes, na chamada Arte Pop. A noção de pós-moderno ganhou ampla difusão somente a partir dos anos 70, momento em que se passou a questionar se o pós-modernismo era uma tendência artística ou também um fenômeno social, passível de questionamentos sobre como se lidar com seus aspectos filosóficos, políticos e econômicos. O que se sabia era que o pós-modernismo trazia questionamentos a respeito de uma diferente relação entre arte e sociedade. Como exemplo, temos a concepção pioneira para o pós-moderno defendida pelo crítico norte-americano, nascido no Egito, Ihab Hassan. Hassan foi o primeiro a estender a concepção de pós-moderno da literatura a todas as artes, porém não o fez para o social. Mas foi a visão de Hassan que constituiu a fonte de inspiração da mais destacada teorização do pós-modernismo surgida depois da sua.

Foi a arte que projetou o termo pós-modernismo para o domínio público em geral. Em 1972, o livro *Learning from Las Vegas* (Aprendendo com Las Vegas), de Robert Venturi, Denise Scott Brown e Steven Izenour, surge como manifesto arquitetônico

de ataque ao modernismo, ao apresentar uma renovação da ligação entre arquitetura e pintura, artes gráficas e escultura, rebatendo aquilo que era praticado na arquitetura durante o modernismo. Essa obra, ao questionar coisas como **construção para o Homem versus construção para homens (mercados)** estabelece a nova relação entre arte e sociedade, coisa que Hassan pensou, mas não soube definir; ainda não tinha nome, mas logo em 1974 o termo pós-moderno foi usado pelo arquiteto Robert Stern, aluno de Venturi, entrando para o mundo da arte em Nova York (ANDERSON, 1999).

A primeira obra filosófica a adotar a noção de pós-modernismo foi *A condição pós-moderna*, publicada em Paris em 1979 pelo filósofo francês Jean-François Lyotard, obra que tratou a pós-modernidade como uma mudança geral na condição humana. Dos anos 80 até os dias de hoje, tem reflexos também na música, no cinema, na moda, na economia e no cotidiano programado pela tecnociência, uma alusão feita por Santos (1989, p. 7) à “[...] ciência + tecnologia invadindo o cotidiano com desde alimentos processados até microcomputadores”. Ainda segundo esse autor, a pós-modernidade se faz presente “[...] sem que ninguém saiba se é decadência ou renascimento cultural”.

É justamente esse um dos pontos interessantes a respeito da discussão sobre definição e atuação da pós-modernidade: é para o bem ou é para o mal, ou talvez para além do bem e do mal, como em Nietzsche, numa clara retomada da dicotomia da modernidade, porém com uma nova roupagem. A pós-modernidade é marcada pela presença da tecnologia e, como dito por Santos (1989, p. 9):

[O pós-modernismo] invadiu o cotidiano com a tecnologia eletrônica de massa e individual, visando à sua saturação com informações, diversões e serviços. Na Era da Informática, que é o tratamento computadorizado do conhecimento e da informação, lidamos mais com signos do que com coisas. O motor a explosão detonou a revolução moderna há um século; o chip, microprocessador com o tamanho de um confete, está causando o rebu pós-moderno, com a tecnologia programando cada vez mais o dia a dia.

Poderíamos, também, falar sobre as influências do pós-modernismo na economia, área em que a tônica é a moral hedonista, ou seja, ressaltam-se os valores baseados no prazer de usar bens e serviços. Se, no moderno, a fábrica – suja e feia – era um templo, no pós-moderno, é o *shopping* – limpo e atraente, que surge como um altar. Além disso, “[...] o pós-modernismo é coisa típica das sociedades pós-industriais baseadas na

informação, [...] é dominado pela tecnociência aplicada à informação e à comunicação” (SANTOS, 1989, p. 10-11).

As possibilidades na pós-modernidade levam a mudanças nas relações estabelecidas entre nós e o mundo, em diversos aspectos. Santos (1989) relata a seguinte situação para exemplificar uma das questões de mudança na pós-modernidade: a amiga da mãe de uma criança faz o elogio **Que criança linda!**, ao que a mãe responde **Isto é porque você não viu a fotografia dela a cores**. Esta situação de diálogo mostra uma menção à preferência da imagem, da cópia (a foto da criança) ao objeto, ao original (a criança). Essa é uma essência da pós-modernidade: preferir o simulacro (reprodução técnica) ao real. De acordo com Santos (1989, p. 12), isso é assim:

Porque desde a perspectiva renascentista até a televisão, que pega o fato ao vivo, a cultura ocidental foi uma corrida em busca do simulacro perfeito da realidade. Simular por imagens como na TV, que dá o mundo acontecendo, significa apagar a diferença entre real e imaginário, ser e aparência. Fica apenas o simulacro passando por real. Mas o simulacro, tal qual a fotografia a cores, embeleza, intensifica o real. Ele fabrica um hiper-real, espetacular, um real mais real e mais interessante que a própria realidade.

Nossa realidade – essa que estamos vivendo no século XXI – está centrada na produção e apresentação de imagens (simulacro) por diferentes dispositivos criados pela tecnociência. Para citar poucos dos muitos exemplos possíveis, são computadores, *tablets* e *smartphones* que inundam as redes sociais da internet com fotos e vídeos de uma maneira com muito alcance e muito rápida; são televisões (TVs) e cinemas em três dimensões (3D) que expõem som, imagem e movimento do hiper-real, de um real mais real que a própria realidade. Interessante é observamos como estas questões se manifestam e agem no nosso cotidiano, como se refletem naquilo que pensamos e esperamos da realidade¹.

O mundo hiper-real tem, como característica, a busca pelo aperfeiçoamento da realidade, o que, por sua vez, caracteriza uma expansão da cultura pós-moderna. Esse hiper-real nos fascina, pois são intensificadas as formas, as cores, os tamanhos, tornando tudo mais atraente. Uma boa situação para ilustrar o sentimento por trás de uma hiper-realidade são as propagandas que vemos na TV sobre chocolate: o simulacro de

¹ Falando de uma experiência vivida, foi interessante observar, durante o processo de revisão do texto aqui apresentado, um outdoor de uma escola com a seguinte propaganda: aulas em 3D. O destaque foi colocado como se fosse possível as aulas serem em 2D... É um exemplo de impacto na realidade que fez sentido com a discussão feita neste ponto do texto.

chocolate da TV é muito mais delicioso do que o original, pois vem cercado de uma produção de cores, luzes e sons que o colocam naquela situação de fascínio e desejo; ou, uma árvore de Natal de plástico, lindamente decorada na vitrine de uma loja, parece muito melhor do que uma árvore de verdade poderia ser; ou, ainda, perfeitas fotos retocadas por computador de modelos que estampam uma revista de moda. Essas situações do desejo pelo simulacro da hiper-realidade – essência, como já dissemos, da pós-modernidade – nos leva a esperar demais de imagens sedutoras. Essa essência ajuda a construir o ambiente pós-moderno, ou seja, o tempo e o espaço nos quais os meios tecnológicos de comunicação (de simulação) estão entre nós e o mundo. E esses meios “[...] não nos informam sobre o mundo; eles o refazem à sua maneira, hiper-realizam o mundo, transformando-o num espetáculo”. Aquilo que é produzido para a TV, por exemplo, deve primeiro nos seduzir, antes de despertar sentimentos como empatia, indignação ou alegria. Se não nos seduz, mudamos de canal, pois “[...] não reagimos fora do espetáculo” (SANTOS, 1989, p. 13).

O aço, a fábrica, o automóvel, a arquitetura funcional, a luz elétrica são conquistas associadas à modernidade. Essas coisas não podem ser dispensadas na pós-modernidade. Então, se o pós-modernismo significa somente mudanças com relação ao modernismo, as coisas não casam, pois, na pós-modernidade, são necessárias.

Assim, no fundo, o pós-modernismo é um fantasma que passeia por castelos modernos. Mas as relações entre os dois são ambíguas. Há mais diferenças que semelhanças, menos prolongamentos que rupturas. Por ora, contentemo-nos com saber que o pós contém um des — um princípio esvaziador, diluidor. O pós-modernismo desenche, desfaz princípios, regras, valores, práticas, realidades (SANTOS, 1989, p. 18).

RELACIONANDO A QUESTÃO DA PÓS-MODERNIDADE COMO OPOSIÇÃO À MODERNIDADE E À EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Em relação à educação matemática, aproveitando os estudos de Santos (2006) sobre razão indolente e dicotomia, acreditamos que ela guarda, ainda hoje, muitos elementos da racionalidade moderna, sendo essa uma das partes fracas de uma relação dicotômica, no caso a relação matemática / educação matemática.

Nos últimos anos, muito se tem falado em tendências da educação matemática, que podemos entender como uma possibilidade de caminho para pensar o ensino e a pesquisa em educação matemática. É curioso observar que, ainda que muitos trabalhos utilizem autores ditos pós-modernos ou, ainda, autores pós-estruturalistas, até onde sabemos, nunca se falou em uma tendência pós-moderna em educação matemática. Por outro lado, muitas pesquisas em Educação, tais como Morin (2002) e Pourtois e Desmet (1999), abordam a questão da pós-modernidade na educação com um maior otimismo, clamando, inclusive, pela necessidade de mudanças dos processos educacionais para esta nova era.

Ainda que não seja nosso objetivo propor ou clamar por uma educação matemática pós-moderna, interessa-nos pensar sobre os motivos que fazem com que algo assim seja tão difícil ou mesmo indesejável.

Dentre os motivos, julgamos que um dos principais é a proximidade do conhecimento matemático com as promessas e as formas de pensar modernas – ao menos no que se refere ao seu discurso –, o que tem um forte impacto sobre o ensino de matemática.

Ainda que, por exemplo, o impacto dos trabalhos de Gödel (no que se refere às promessas e aos limites do conhecimento matemático) e muitas das descobertas da física no século XX estejam muito mais próximos de uma perspectiva pós-moderna acerca do conhecimento, há pouco reflexo da pós-modernidade no ensino de matemática. Tanto na educação básica quanto em cursos de licenciatura que formam professores de matemática, o que ainda impera é a crença em verdades que colocam o conhecimento matemático como uma forma privilegiada de saber; conhecimento matemático como conhecimento neutro, preciso, universal, que está presente em tudo e em todos.

Clareto e Sá (2006, p. 11) nos dão um bom exemplo de como a modernidade ainda influencia as aulas de matemática:

Tanto a organização de seus espaços e tempos, quanto a constituição dos saberes escolares têm, na razão cartesiana, seus modelos. Assim, os currículos seguem o ‘modelo da escada’, ou seja, com pré-requisições baseadas na lógica ‘do mais simples ao mais composto’. Além disso, a busca por verdades e a total dicotomização entre certo e errado, verdadeiro e falso, processos ‘mais elegantes’ e ‘menos elegantes’, algoritmos ‘mais fáceis’ e ‘mais difíceis’ dominam as constituições de currículos escolares. Especialmente, os currículos de matemática seguem muito rigidamente esta premissa: as justificativas para os conteúdos matemáticos curricula-

res ainda se põem com base em uma composição interna linear: ensina-se isto com vistas ao ensino daquilo, o aluno precisa saber isso senão não consegue aprender aquilo.

A matemática do currículo escolar está, ainda, muito diretamente ligada à racionalidade cartesiana, partindo sempre da decomposição do complexo em partes mais simples, sendo o conhecimento entendido como um processo de encadeamento lógico. Por essa perspectiva, somente desta forma é possível chegar a uma compreensão mais geral e, conseqüentemente, às verdades sobre as coisas.

Tal confiança na capacidade da matemática em atingir conhecimentos verdadeiros tem como uma das causas aquilo que é justificado por Skovsmose (2011, p. 130-131) como uma crítica a respeito da matemática como solução para tudo:

A base da ideologia que está subjacente a esse discurso pode ser resumida pelas seguintes ideias: (1) A matemática é perfeita, pura e geral, no sentido de que a verdade de uma declaração matemática não se fia em nenhuma investigação empírica. A verdade matemática não pode ser influenciada por nenhum interesse social, político ou ideológico. (2) A matemática é relevante e confiável, porque pode ser aplicada a todos os tipos de problemas reais. A aplicação da matemática não tem limite, já que é sempre possível matematizar um problema.

Esta visão acerca do conhecimento matemático, como sendo a fonte da melhor linguagem para modelar a natureza, como capaz de se aproximar de conhecimentos verdadeiros e como um conhecimento neutro e preciso, não pode ser conciliada com muitas das ideias inerentes à pós-modernidade. Dessa forma, perspectivas como a transposição didática, que colocam como objetivo do ensino de matemática aproximar o máximo possível a matemática aprendida nas escolas da matemática científica, são muito mais sedutoras e confortáveis do que as incertezas e brechas deixadas pelo abandono dos ideais da modernidade.

Vamos retomar a nossa visita ao museu e relacioná-la um pouco com a nossa concepção acerca do conhecimento matemático e da forma que ele vem sendo pensado e ensinado nas escolas e universidades.

O interessante na história relatada no início do nosso capítulo é perceber como a representação, no caso o autorretrato do pintor, se amoldou à realidade. Isso parece óbvio por se tratar de um autorretrato, afinal, ao pintá-lo, o autor buscou fazer isso da

melhor forma possível, exaltando o que julgava relevante ou o que sua sensibilidade artística observava, sendo um retrato da sua realidade.

A grande surpresa é a descoberta de que o referido autorretrato não era mais uma representação original do pintor, mas uma adequação a uma nova forma de entendimento ou a uma nova realidade, afinal a barba passou a ser reconhecida posteriormente como uma marca do pintor e se, em seu autorretrato, ela não aparecia, nada mais natural do que pintá-la.

O quadro original, que representava a vontade do pintor e a sua manifestação artística em forma de autorretrato, foi desqualificado enquanto verdade e assimilado a uma nova forma de entendimento, no qual o pintor não pode existir sem a sua barba.

Esta analogia pode ser usada para pensar um pouco sobre nossa concepção acerca do conhecimento matemático e sua história, que muitas vezes transformamos para que ela se enquadre à realidade aceita. No caso, podemos destacar a ideia de linearidade do conhecimento matemático, que coloca o que sabemos hoje como uma evolução direta de saberes matemáticos anteriores, bastando para isso pintar barbas onde não existiam, fazendo tudo parece estar incluído numa mesma linguagem matemática aceita nos dias de hoje.

Essa concepção universalista do conhecimento matemático, parte forte na relação dicotômica matemática / educação matemática, é a que ainda impera nas escolas e universidades, e qualquer ideia ou atitude que vá contra isso é tida como indesejável ou mesmo perigosa.

Dentre as contribuições do pensamento pós-moderno, podemos destacar a possibilidade de questionarmos, ou ao menos percebermos, a existência de algumas das barbas pintadas historicamente sobre o conhecimento matemático e que são consideradas intocáveis nos dias de hoje.

Não considerar o conhecimento matemático como um saber privilegiado, limitando assim as possibilidades do conhecimento matemático, ao mesmo tempo em que enfraquece a matemática como a entendemos, pode ensejar novas abordagens e novas possibilidades tanto para o conhecimento matemático, para a pesquisa em educação matemática, quanto para o ensino de matemática.

REFERÊNCIAS

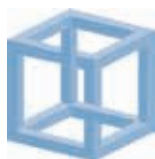
- ANDERSON, P. **As origens da pós-modernidade**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1999.
- CLARETO, S. M.; SÁ, É. A. Matemática e educação escolar: lugares da matemática na escola e possibilidades de ruptura. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED - EDUCAÇÃO, CULTURA E CONHECIMENTO NA CONTEMPORANEIDADE, 29., 2006, Caxambu. **Anais...** Caxambu: ANPED, 2006. Disponível em: <http://www.ufrtj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_29/matematica.pdf>. Acesso em: 16 out. 2014.
- DAMÁZIO JÚNIOR, V. **Genealogia e etnomatemática: por uma insurreição dos saberes sujeitados**. 2011. 120 p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- FOUCAULT, M. **Em defesa da sociedade**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- INTERNATIONAL COUNCIL OF MUSEUM. 2015. Disponível em: <<http://icom.museum/the-vision/museum-definition/>>. Acesso em: 22 out. 2015.
- MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 2007.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 5. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2002.
- POURTOIS, J. P.; DESMET, H. **A educação pós-moderna**. São Paulo: Loyola, 1999.
- SANTOS, B. S. **Conhecimento prudente para uma vida decente: um discurso sobre as ciências revisitado**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2006.
- SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- SANTOS, J. F. **O que é pós moderno**. São Paulo: Brasiliense, 1989.
- SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica: a questão da democracia**. 6. ed. São Paulo: Papirus, 2011.



The background of the page is a light blue gradient. On the left side, there is a vertical strip containing a dense collection of numbers and mathematical symbols in various shades of blue and white. The numbers are of different sizes and orientations, creating a sense of movement and mathematical abundance. Symbols like pi (π) and infinity (∞) are also visible. The overall aesthetic is clean and modern, with a focus on mathematical themes.

**POSSIBILIDADES PARA UMA EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA INTERCULTURAL:
ensaio sobre um processo de sedução**

Marcos Aurelio Zanlorenzi



INTRODUÇÃO

Quando iniciei a escrever este texto fiquei pensando nas veredas que me levaram à temática da interculturalidade. Como diz André (2005, p. 9), “[...] nem sempre é fácil explicar o que nos põe em movimento e o que nos dá que pensar. Há temas que vêm ter conosco, que nos escolhem como seus interlocutores, amigos, confidentes: se nos piscam o olho, nós aceitamos o convite”.

Assim, ao embarcar nessa pequena aventura de memória, pude perceber que esse processo de sedução teve seu início no final de 2009, no momento de minha chegada ao Setor Litoral da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Como todo jogo de sedução pressupõe movimentos sutis, aqui não foi diferente. A interculturalidade, utilizando-se do **faz que mostra, mas não mostra**, iniciou seu processo de sedução insinuando-se por meio de um projeto político pedagógico que tem como objetivo principal operacionalizar uma proposta inovadora que orienta seus princípios a partir do diagnóstico da realidade socioeconômica da região onde se instalou, ou seja, uma proposta que, por meio de uma concepção de educação anti-hierárquica e antiexclusivista:

[...] toma como princípio a reflexão acerca da realidade concreta do lugar, como fonte primeira, para, em diálogo com o conhecimento sistematizado, tecer a organização curricular e o desenvolvimento de projetos que devem partir dos alunos e envolver os professores e a comunidade (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ LITORAL, 2008, p. 6).

Mas esse seria apenas o primeiro de muitos movimentos no jogo de sedução. Aos poucos fui me deixando envolver em atividades junto a comunidades tradicionais caiçaras, indígenas, camponesas e de remanescentes de quilombos, tanto do litoral, como do Vale do Ribeira paranaense. No entanto, o movimento aparentemente final foi o convite recebido para participar, em maio de 2013, do IV Congresso Internacional da Sociedade de Filosofia da Educação de Língua Portuguesa, realizado em Cabo Verde e que tinha como tema: **Interculturalidade, educação e encontro de pessoas e povos**.

Esse congresso foi, com certeza, o elemento de sedução determinante que me fez enveredar pelos caminhos da reflexão acerca da interculturalidade e sua relação com a educação matemática. Contudo, como disse anteriormente, esse foi o movimento apa-

rentemente final, na medida em que no processo de sedução não existe transparência total, visto que, se assim fosse, não haveria nada mais para descobrir, para conquistar. É nesse sentido, por estar de certa forma iniciando minhas reflexões sobre as relações entre interculturalidade e educação matemática, que este texto se configura como um ensaio. Como nos diz Geertz (2013, p. 12):

Para utilizar desvios, ou enveredar por ruas paralelas, nada é mais conveniente do que o ensaio. Pode-se iniciar um ensaio indo em qualquer direção, seguros de que, se aquela não der certo, poderemos voltar e começar tudo uma vez mais, em outra direção, sem grandes custos em termos de tempo ou de desapontos. Correções a meio caminho são relativamente fáceis, pois não temos uma centena de páginas de argumentação prévia para defender, como acontece com uma monografia ou um tratado. Passeios por ruas paralelas ainda mais estreitas ou desvios mais amplos, também não causam muito dano, pois não esperamos encontrar progresso ao fim de uma estrada reta, onde se anda incansavelmente para frente, e sim através de caminhos sinuosos e improvisados, onde o resultado aparece onde tem que aparecer.

Dito isso, neste ensaio tratarei, primeiramente, das diferenças e aproximações entre interculturalidade e multiculturalidade, a fim de justificar minha opção pela primeira. Em seguida procuro verificar as relações que são possíveis de estabelecer entre interculturalidade e educação matemática, a partir de alguns trabalhos produzidos nesses últimos 14 anos para, na sequência, refletir sobre a possibilidade de a etnomatemática se constituir como uma perspectiva intercultural no seio da educação matemática.

Também relato uma experiência vivida por mim em algumas das ilhas do litoral paranaense, durante o processo de implantação da **Proposta pedagógica das escolas das ilhas do litoral paranaense**, com o objetivo de problematizar as dificuldades práticas e teóricas que podem se apresentar na busca de uma perspectiva intercultural.

Por fim, trago algumas reflexões acerca de possibilidades que, acredito, podem contribuir para a construção de uma práxis que vise avançarmos na busca de uma verdadeira perspectiva intercultural.

INTERCULTURALIDADE OU MULTICULTURALIDADE?

Apesar de o conceito de cultura ser considerado estratégico e central na definição de identidades e, conseqüentemente, ser importante para a reflexão aqui proposta, não é objetivo deste ensaio aprofundar uma discussão sobre o mesmo, em especial porque:

[...] todas as concepções intelectuais acerca de cultura são também construções das sociedades ou dos grupos que as elaboraram. Olhando para si próprias, ou a partir de si mesmas, buscam a construção de um sentido específico para suas identidades particulares, em um determinado tempo histórico (LEITE, 2010, p. 13).

Ou seja, trata-se de um conceito extremamente polissêmico. Assim, apenas no sentido de demarcar o significado de cultura aqui assumido, o mesmo é entendido como “[...] uma produção humana que não está, de uma vez por todas, fixa, determinada, fechada nos seus significados” (KNIJNIK; WANDERER, apud KNIJNIK et al., 2012, p. 37), significados esses que, entretanto, formam “[...] um sistema de significados constituinte de e constituído por relações de poder” (KNIJNIK, 2006, p. 161). Assumir esse significado de cultura, portanto, é entendê-lo como um campo de lutas no reconhecimento e na afirmação das diferenças, na medida em que, infelizmente ainda nos depararmos com um trato segregador e discriminatório em relação às mesmas.

Apesar disso parece ser consenso nos dias de hoje a presença da diferença étnico-cultural nas relações que estabelecemos com o mundo no qual estamos imersos, ou seja, como parte de nossas vidas e, portanto, constituinte da nossa formação humana.

Em grande medida isso se deve à questão da chamada pós-modernidade que:

[...] pôs também em relevo a fragmentação em que vive o homem contemporâneo, a diversidade de lugares e de olhares que referenciam e simultaneamente ‘des-referenciam’ a sua práxis e a sua reflexão sobre essa mesma práxis, a multiplicidade de mundos que habita e de gestos que exprimem os laços plurais em que se desentretete a sua pertença (ANDRÉ, 2005, p. 15).

Com isso, ao mesmo tempo recolocou na ordem do dia a questão do multiculturalismo. Digo **recolocou**, na medida em que a diversidade de culturas é uma temática recorrente na história da humanidade. Polissêmico tal qual o conceito de cultura, o termo multiculturalismo é comumente utilizado para designar a coexistência de formas

culturais ou grupos que se caracterizam por culturas distintas no seio das sociedades ditas **modernas**, seja em contextos locais ou globais.

Santos e Nunes (2003), apoiados em Stam (1997)¹ apontam que o multiculturalismo pode aparecer como uma **descrição** das diferenças culturais, referindo-se, neste caso, a:

- a) existência de múltiplas culturas no mundo;
- b) coexistência de diferentes culturas no espaço de um mesmo estado-nação;
- c) existência de culturas que se influenciam umas às outras, tanto dentro como para além do estado-nação.

Ao mesmo tempo, aponta também para a possibilidade de o multiculturalismo aparecer como um projeto político de reconhecimento dessas diferenças. A sobreposição da primeira perspectiva em relação à segunda tem suscitado críticas tanto de setores conservadores, quanto de setores progressistas e de esquerda. Os motivos dessas críticas estão fortemente ligados aos interesses políticos defendidos por essas correntes e não cabem no espaço deste ensaio.

Entretanto, apesar dessas críticas, importa destacar que:

[...] o termo 'multiculturalismo' generalizou-se como modo de designar as diferenças culturais num contexto transnacional e global. Isso não significa, contudo, que tenham sido superadas as contradições e tensões internas apontadas pelos críticos. De fato, a expressão pode continuar a ser associada a conteúdos e projetos emancipatórios e contra-hegemônicos ou a modos de regulação das diferenças no quadro do exercício da hegemonia nos Estados-nação ou à escala global (SANTOS; NUNES, 2003, p. 33).

Ou seja, Santos e Nunes (2003) apontam para a possibilidade de um multiculturalismo emancipatório que, para se efetivar, entre outras coisas deve estar fortemente pautado no diálogo intercultural. Assim, de certa forma o autor coloca a interculturalidade como parte do multiculturalismo. Ao contrário, penso que não apenas a perspectiva multicultural é que está contida na perspectiva intercultural, como entendo necessária e fundamental a passagem de uma sociedade multicultural para uma sociedade intercultural.

Contudo, da mesma forma que os conceitos de cultura e multiculturalismo:

¹ STAM, R. Multiculturalism and the neoconservatives. In: MCCLINTOCK, A.; INMUFTI, A.; SHOHAT, E. (Org.). *Dangerous liaisons: gender, nation, and postcolonial*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1997.

[...] o conceito de interculturalidade é mais que complexo, traduzindo semanticamente muitos aspectos, às vezes opacos a nossa percepção e contraditórios com nossa lógica, não sendo fácil, nem aconselhável, assumi-lo de maneira apressada. [Visto que] são muitos aspectos que podem e devem ser levados em consideração quando se fala da interculturalidade. Estão em pauta questões de cunho antropológico, epistemológico, ético, pedagógico, jurídico, histórico, político (SEVERINO, 2013, p. 1).

Dessa forma, no sentido de demarcar posição, o conceito de interculturalidade assumido neste ensaio apoia-se na concepção de um pensador cubano que tem se dedicado a esta temática, Fornet-Betancourt. Para ele, interculturalidade é:

[...] aquela postura ou disposição pela qual o ser humano se capacita para, e se habitua a viver 'suas' referências identitárias em relação com os chamados 'outros', quer dizer, compartilhando-as em convivência com eles. Daí que se trata de uma atitude que abre o ser humano e o impulsiona a um processo de reaprendizagem e recolocação cultural e contextual. É uma atitude que por nos tirar de nossas seguranças teóricas e práticas, permite-nos perceber o analfabetismo cultural do qual nos fazemos culpáveis quando cremos que basta uma cultura, a 'própria', para ler e interpretar o mundo (FORNET-BETANCOURT, 2004, p. 13).

Assim, para que a interculturalidade se efetive, é preciso que cada um assuma uma postura de encontro e de diálogo com os chamados **outros**, com suas culturas e suas formas de pensar, na busca de um enriquecimento mútuo. Ou seja, é preciso estar aberto à possibilidade segundo a qual todas as culturas, em condições de respeito, legitimidade, simetria e igualdade, se completam e entram em diálogos recíprocos em um processo dinâmico de permanente aprendizagem.

Resumidamente, para que uma sociedade possa ser qualificada como intercultural, as distintas culturas que a constituem teriam que assumir a possibilidade de permanente mutabilidade, ou seja, devem compreender sua condição de inacabadas. Vamos ver como isso pode se dar no contexto da educação matemática.

INTERCULTURALIDADE E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Nesta seção procuro verificar como o termo interculturalidade é utilizado em trabalhos que buscam estabelecer relações com a educação matemática. Naturalmente, não se trata de fazer o levantamento do estado da arte dos trabalhos que se voltam para

essa relação, mas, dentro de um recorte que vai de 2000 até 2013, foi possível identificar, numa busca rápida, nove trabalhos.

O primeiro trabalho, intitulado **Interculturalismo e educação matemática: reflexões a partir da experiência portuguesa**, foi escrito por José Roberto Boettger Giardinetto (GIARDINETTO, 2000a) e se constituiu a partir de sua pesquisa de pós-doutoramento realizada em Portugal no período de 01/05/1999 a 30/04/2000.

Segundo o autor, o texto tem como objetivo “[...] apontar algumas reflexões sobre a perspectiva intercultural no ensino da matemática a partir da análise de algumas experiências de ensino desenvolvidas em Portugal” (GIARDINETTO, 2000a, p. 1).

Nesse sentido, de pronto Giardinetto (2000a, p. 2) afirma que:

Os termos ‘intercultural’ (interculturalismo, interculturalidade) e ‘multicultural’ (multiculturalismo, multiculturalidade) são aqui considerados conceitos distintos. A perspectiva intercultural denota uma relação entre culturas. A perspectiva multicultural denota a multiplicidade de culturas sem referir-se a relação possível entre elas.

O autor ainda chama a atenção para as precárias condições socioeconômicas em que vivem as minorias étnicas em Portugal e para o choque intercultural e linguístico existente entre a escola e a família que, segundo ele, resumem as causas do insucesso escolar por parte dessas minorias.

Utilizando como exemplo a etnia cigana, considerada a que possui o maior índice de insucesso e abandono escolar de Portugal, Giardinetto (2000a) mostra que o entendimento de interculturalidade adotado para dar conta desse insucesso está ligado à contextualização do conteúdo escolar para a cultura cigana. Assim:

[...] o trabalho intercultural deve se orientar através da contextualização dos conteúdos escolares em temas que se destacam no estilo devida de determinada etnia. No caso dos ciganos, a questão da família e do trabalho, revelam aspectos característicos dessa etnia. O trabalho educativo, através desses eixos temáticos ‘cativam’ o aluno cigano a refletir os conteúdos escolares (GIARDINETTO, 2000a, p. 6).

Esse processo de contextualização fica melhor explicitado se tomarmos os exemplos retirados pelo autor da Coleção Educação Intercultural (SECRETARIADO COORDENADOR DOS PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO MULTICULTURAL, 1995 apud GIARDINETTO, 2000a) que orientam as ações que têm como ob-

jetivo reduzir o insucesso e o abandono escolar por parte dessas minorias. Assim, para o 3º ano do 1º ciclo do ensino básico, para o trabalho com o tema **Sistema de numeração decimal: o milhar**, a partir do tema gerador **família**, os documentos sugerem:

[...] a utilização de problemas numa linguagem contextualizada à realidade cigana em que as atividades escolares são apresentadas com nomes ciganos. Um exemplo:

A avó da Tanga nasceu em 1940, o avô um ano antes.

A mãe nasceu quinze anos mais tarde que a avó.

A Tanga nasceu em 1985.

A sobrinha da Tanga nasceu há dois anos.

Que idades têm a Tanga e os seus familiares? (SECRETARIADO COORDENADOR DOS PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO MULTICULTURAL, 1995 apud GIARDINETTO, 2000a, p. 7).

Já para o tema gerador trabalho os documentos sugerem:

[...] atividades pedagógicas de dramatizações em ‘feiras’ com ‘moedas’ e ‘dinheiro’ com nomes de ciganos. Os problemas matemáticos surgem daí, como o exemplo abaixo:

A mãe do Igo fez muitas compras na feira. Gastou:

4200\$00² num par de calças; 1900\$00 numa camisa; 4750\$00 num par de sapatos.

Pagou com uma nota de 10000\$00. Deram-lhe de troco 1000\$00.

A mãe do Igo ficou a perder ou a ganhar? (SECRETARIADO COORDENADOR DOS PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO MULTICULTURAL, 1995 apud GIARDINETTO, 2000a, p. 8).

A partir desses exemplos, penso que é possível perceber a contextualização proposta na perspectiva intercultural adotada em Portugal. Ou seja, o conteúdo matemático a ser trabalhado continua sendo o conteúdo programático escolar português, sem relação alguma com as matemáticas utilizadas pelas minorias étnicas (neste caso a cigana). Assim, ainda que se destaque uma tradução dos números cardinais para o Caló,³ não há sugestões, por exemplo, da possibilidade de se estabelecerem relações entre o sistema numérico decimal e as regras de numeração do romani⁴. Ou seja, essa perspectiva “[...] denota que o trabalho intercultural se faz possível dentro dos limites da grade curricular. Não se trata, portanto, de excluir ou acrescentar determinado tópico mas imprimir a feição intercultural na grade curricular já estabelecida” (GIARDINETTO, 2000a, p. 9).

2 Refere-se a 4.200 escudos.

3 Considerado como o dialeto mais utilizado entre os ciganos.

4 Língua original dos ciganos, hoje é composta por quase 80 dialetos.

Segundo o trabalho do professor Giardinetto (2000a), os documentos apontam ainda que, para a matemática, a perspectiva intercultural deve se voltar para um olhar histórico acerca dessa ciência, bem como da sua importância para a humanidade, a partir da compreensão de sua natureza.

Nesse sentido, para os temas Números e operações e Forma e espaço, foram desenvolvidos tópicos a fim de valorizar essa perspectiva intercultural.

Assim, para o tema 'Números e Operações', os tópicos foram: a mão, cálculo mental, sistemas de numeração oral, ábaco, sistemas de numeração, rimas e adivinhas, quadrados mágicos.

Para o tema 'Forma e Espaço' os tópicos foram: puzzles, origami, padrões decorativos, casas tradicionais e maquetes (GIARDINETTO, 2000a, p. 9).

A partir dessas duas possibilidades de trabalho consideradas como intercultural (da contextualização dos conteúdos escolares para os modos de vida das diferentes culturas e da dimensão histórica da matemática), analisadas por Giardinetto (2000a) em seu trabalho, é possível perceber que, se consideramos a diferenciação feita por ele entre a perspectiva intercultural e a perspectiva multicultural, a proposta portuguesa se aproxima muito mais da segunda do que da primeira, na medida em que, se pensarmos no trabalho com a matemática, a contextualização não estabelece relações com as diferentes matemáticas. Ao mesmo tempo, os tópicos escolhidos para valorizar uma possível perspectiva intercultural podem ser utilizados independentemente da presença de educandos de culturas distintas da portuguesa.

Dentre os trabalhos encontrados que buscam estabelecer relações entre a interculturalidade e a educação matemática constam, ainda, mais três também de autoria do professor Giardinetto (2000a, 2001, 2003) intitulados, respectivamente, **Reflexões sobre o papel da escola e do ensino de matemática em tempos de globalização: multiculturalismo e/ou monoculturalismo?**, **A globalização e a perspectiva intercultural na educação: implicações para o ensino de matemática e A escola e o ensino da matemática frente a discursos interculturais: reflexões quanto a relação entre o conhecimento local e o conhecimento global**. Desses, os dois primeiros não apresentam mudanças em relação à concepção de interculturalidade explicitada anteriormente, e o terceiro utiliza os termos intercultural e multicultural (com suas variações) de forma indistinta.

Outro trabalho que se propõe a estabelecer relações entre o termo interculturalidade e a educação matemática é intitulado **Encontro intercultural: a etnomatemática como caminho para a construção do diálogo entre culturas**, de autoria de José Pedro Machado Ribeiro (RIBEIRO, 2006). Nesse trabalho, o termo intercultural aparece como uma dinâmica que:

[...] oportunizada pelo encontro entre indivíduos e culturas distintas, gera um ambiente de interface entre manifestações e expressões culturais distintas. Nela evidencia-se os conflitos, as tensões entre os distintos sistemas de valores e de explicações e, também, é aí que se dá a construção de trocas harmonizadas pelo reconhecimento e respeito mútuo, por meio do diálogo respeitoso, proporcionando, desta maneira, mudanças nas distintas dinâmicas culturais, decorrentes das relações interculturais conduzida pela comunicabilidade e ações que oportunizam as trocas de conhecimentos. Portanto, levando as culturas a realizarem processos internos de incorporação, apropriação ou fusão de elementos dos sistemas de conhecimentos daqueles que participam da interação (RIBEIRO, 2006, p. 5).

É possível perceber que a perspectiva adotada pelo autor vem ao encontro da perspectiva adotada neste ensaio e que está apoiada na concepção de Fernet-Betancourt (2004), na medida em que está pautada pelo encontro e pelo diálogo de culturas distintas sem, contudo, ocultar os conflitos e tensões entre as mesmas e, ao mesmo tempo, evidenciando seu caráter de incompletude.

O próximo trabalho analisado data de 2010 e é intitulado **Interculturalidade na construção de um currículo de matemática para as Escolas Guarani do Espírito Santo**. As autoras Cláudia Alessandra Costa de Araujo Lorenzoni e Ozirlei Teresa Marcilino (LORENZONI; MARCILINO, 2010), relatam a experiência da construção da **Proposta pedagógica das Escolas Guarani do Espírito Santo**, mais especificamente do currículo de matemática dessa proposta.

Apesar de não explicitarem uma definição de interculturalidade, também é possível perceber que a perspectiva intercultural adotada se aproxima à de Fernet-Betancourt (2004), na medida em que “[...] ultrapassa, de certa maneira, o reconhecimento do valor intrínseco de cada cultura e contribui para o respeito e reciprocidade entre diferentes grupos identitários. Isso significa uma proposta de construção de relações recíprocas entre esses grupos” (LORENZONI; MARCILINO, 2010, p. 2).

Isso fica evidente quando as autoras exemplificam o diálogo entre o currículo escolar e a cultura guarani, a partir da inclusão de saberes tradicionais na forma de conteúdos desse currículo como, por exemplo, a “[...] orientação segundo o movimento do sol ao longo do dia e das estações” (LORENZONI; MARCILINO, 2010, p. 8).

O sétimo trabalho analisado tem como título **O ensino de matemática numa perspectiva intercultural: uma experiência com acadêmicos indígenas** e é datado de 2013. Nesse trabalho, as autoras, Maria Aparecida Mendes de Oliveira e Cintia Melo dos Santos refletem acerca das experiências que viveram no processo de formação de professores indígenas do curso de matemática da licenciatura intercultural indígena oferecido pela Universidade Federal da Grande Dourados (OLIVEIRA; SANTOS, 2013).

Evidenciando que a interculturalidade é fundamental na relação entre a universidade e as comunidades indígenas, as autoras assumem o conceito de interculturalidade apontado por Fleuri (apud OLIVEIRA; SANTOS, 2013, p. 3) que afirma:

A relação entre culturas diferentes, entendidas como contextos complexos, produz confrontos entre visões de mundo diferentes. A interação com a cultura diferente contribui para que uma pessoa ou um grupo modifique o seu horizonte de compreensão da realidade, na medida em que lhe possibilita compreender ou assumir pontos de vista ou lógicas diferentes de interpretação da realidade ou de relação social.

Percebe-se que, aqui também, a perspectiva intercultural adotada se aproxima da perspectiva assumida neste ensaio. Contudo, quando as autoras apresentam um exemplo de como foi trabalhada a Geometria com uma das turmas, também é possível perceber que, apesar do bom trabalho realizado, trazendo para o diálogo aspectos da cultura indígena, a mesma aparece na comparação com a Geometria escolar que parece prevalecer sobre os mesmos.

Nesse aspecto, a perspectiva assumida pelas autoras se afasta da perspectiva apontada por Fonet-Betancourt, na medida em que “[...] interculturalidade não é comparação, Fonet-Betancourt não se interessa por comparação, por sobrepor posições, mas, dentro de um processo de interação, as bases individuais que aparecem nos diálogos se modificam” (LIMA, 2013, p. 26).

A predominância do conteúdo escolar também aparece quando as autoras afirmam que:

Os conteúdos abordados tinham como objetivo possibilitar um enfoque nos conceitos matemáticos desenvolvidos no Ensino Fundamental de maneira a aprofundá-los no decorrer das aulas. Importa destacar que as diretrizes adotadas, no processo de formação, é a de formar professores para atuarem na Educação Básica, portanto, no curso os conteúdos da educação básica são os norteadores da forma como vai se constituindo o currículo, e é da experiência vivenciada nesse espaço de formação que trata o nosso relato (OLIVEIRA; SANTOS, 2013, p. 6-7).

Isso fica mais evidente ainda quando, ao consultarmos as ementas dos componentes curriculares/módulos da área de matemática, não encontramos listados como conteúdos curriculares nenhum aspecto matemático da cultura indígena.

Outro texto analisado, datado de 2013, também de autoria de Cintia Melo dos Santos (SANTOS, 2013), é intitulado **Educação escolar indígena numa perspectiva intercultural: um olhar etnomatemático**; trata-se de uma variação do relato anterior, não apresentando mudanças na concepção de interculturalidade explicitada naquele.

Finalmente, o último texto, intitulado **A realização de miniprojetos de educação intercultural no ensino da matemática: as experiências vividas por quatro professoras**, datado de 2013 e de autoria de Lúcia Teles e João Pedro da Ponte (TELLES; PONTE, 2013), propõe analisar de que forma o desenvolvimento de miniprojetos voltados para a temática de educação intercultural influenciou o desenvolvimento das professoras de matemática envolvidas nos mesmos.

Nesse trabalho, os autores afirmam que os projetos que assumem um caráter intercultural “[...] promovem a interação e o diálogo articulado entre culturas, [...] evidenciando e valorizando as diferenças e singularidades de cada uma” (TELLES; PONTE, 2013, p. 1). Para tanto, utilizaram a seguinte metodologia:

As quatro professoras [...] foram convidadas a participar num projeto mais abrangente, que pressupunha a realização de um miniprojeto com uma turma de 3.º ciclo de ensino básico que incluía a elaboração de batiques (panos de algodão tingidos, onde se destaca um desenho), na sala de aula e posterior exploração de tópicos matemáticos a partir da experiência. A opção dos batiques justifica-se pela natureza intercultural dos miniprojetos. Sendo um artefato cultural típico de culturas africanas, os batiques constituíam uma possível base para a exploração de tópicos matemáticos a partir do seu processo de elaboração, ao mesmo tempo que permitiam reconhecer e valorizar culturas socialmente pouco reconhecidas em Portugal, nomeadamente africanas (TELLES; PONTE, 2013, p. 3-4).

Ou seja, é possível perceber que a perspectiva adotada, da mesma forma que no primeiro trabalho aqui analisado, está pautada mais pela utilização do contexto – representado aqui pelos batiques – do que propriamente por um real diálogo intercultural, aproximando-se muito mais de uma perspectiva multicultural, o que pode indicar que as políticas públicas portuguesas, voltadas para o combate à evasão e ao insucesso das minorias étnicas, pouco ou nada mudaram em 13 anos de implementação.

Ao mesmo tempo, os demais trabalhos analisados mostram uma mudança na concepção de interculturalidade, no sentido de uma aproximação à concepção defendida por Fernet-Betancourt (2004). Outro aspecto que chamou a atenção foi a forte vinculação da etnomatemática com as perspectivas interculturais adotadas nos textos. É em função disso que, a seguir, vamos refletir sobre as aproximações desses dois importantes conceitos e da possibilidade de a etnomatemática se constituir como um caminho, dentro do contexto da educação matemática, voltado à perspectiva intercultural.

INTERCULTURALIDADE E ETNOMATEMÁTICA

Diante do exposto no final da seção anterior, coloca-se a seguinte questão: a etnomatemática pode se apresentar como uma possibilidade intercultural no seio da educação matemática? Na tentativa de buscar uma resposta, vamos verificar de que forma esses dois conceitos são relacionados pelos autores dos textos anteriormente analisados.

Dos quatro primeiros textos analisados, todos de autoria de Giardinetto (2000a; 2000b; 2001; 2003), excetuando-se o terceiro, que faz uma única e breve menção à etnomatemática como surgida da influência das ideias de Paulo Freire, todos os demais textos tecem a essa abordagem uma forte crítica, voltada centralmente ao que ele chama de caráter ideológico da etnomatemática, em especial, quando esta denuncia que “[...] a matemática escolar é uma matemática ocidental em que não se consideram outras manifestações culturais desse conhecimento” (GIARDINETTO, 2000a, p. 13). Ou seja, para o autor, a etnomatemática, estaria polarizando as diferentes matemáticas frente ao conhecimento matemático escolar, o que seria um equívoco, na medida em que ele entende que não existem diferentes matemáticas, mas diferentes manifestações do conhecimento matemático, de um conhecimento matemático: o conhecimento matemático universal que se constituiu como patrimônio da humanidade.

As críticas de Giardinetto (2000a) apenas evidenciam que, quando a discussão acerca do conhecimento matemático e da educação está em pauta, é comum o surgimento do estereótipo, pretensioso e ambicioso, que se tem da matemática, segundo o qual ela se apresentaria como um conhecimento único e universal.

Ora, aceitar esse estereótipo é aceitar a política do conhecimento dominante praticada na escola que, de forma sutil, “[...] esconde e marginaliza determinados conteúdos, determinados saberes, interditando-os no currículo escolar” (KNIJNIK et al., 2012, p. 13). Uma interdição como essa comumente vem acompanhada de um sentimento de inferioridade por parte daqueles que têm seus saberes negados pela escola. Essa:

[...] perspectiva de superioridade/inferioridade, além de estar na base do conceito de superioridade étnica, também implica a superioridade epistêmica [que] [...] não apenas estabelece o eurocentrismo como perspectiva única de conhecimento, mas também descarta as outras formas de vida e de produção intelectual (PETERS; SCHNORR; TAUSCHECK et al., 2013, p. 3).

A miopia causada por esse estereótipo não nos deixa perceber que:

Fomos de tal modo formatados, normalizados pela norma do que é usualmente chamado ‘conhecimentos acumulados pela humanidade’, que sequer ousamos imaginar que isso que chamamos ‘conhecimentos acumulados pela humanidade’ é somente uma pequena parcela, uma parte muito particular do conjunto muito mais amplo e diverso do que vem sendo produzido ao longo da história da humanidade (KNIJNIK et al., 2012, p. 14).

Diante disso, na medida em que se propõe a explicar, conhecer e entender os conhecimentos matemáticos de povos e segmentos da sociedade marginalizados, a partir de uma proposta de descolonização de saberes, a etnomatemática pode se inserir na perspectiva intercultural. É nesse sentido que o texto de Lorenzoni e Marcilino (2010), bem como os textos de Oliveira e Santos (2013) e Santos (2013) explicitam uma concepção de etnomatemática que vem ao encontro das ideias de D’Ambrósio (1993, p. 5) quando afirma que:

Etno é hoje aceito como algo muito amplo, referente ao contexto cultural, e portanto inclui considerações como linguagem, jargão, códigos de comportamento, mitos e símbolos; *matema* é uma raiz difícil, que vai na direção de explicar, de conhecer, de entender; e *tica* vem sem dúvida de *techné*, que é a mesma raiz de arte ou técnica de explicar, de conhecer, de entender nos diversos contextos culturais.

Contudo, se digo que **pode** se inserir em uma perspectiva intercultural, é porque entendo que o processo de explicar, conhecer e entender não é suficiente; é preciso algo mais. Nesse sentido, penso que o texto de Ribeiro (2006) é o que mais se aproxima da perspectiva intercultural adotada neste ensaio, na medida em que afirma que uma abordagem etnomatemática “[...] possibilitará uma abertura a práticas de ensino sustentadas nas inter-relações individuais e coletivas em prol da resignificação dos valores presentes na realidade dos envolvidos no processo educativo” (RIBEIRO, 2006, p. 7).

Afirma ainda que esse processo educativo “[...] à luz de uma perspectiva etnomatemática, por meio de práticas educativas autônomas e interculturais, deve viabilizar a instauração do diálogo no encontro intercultural” (RIBEIRO, 2006, p. 10).

Assim, respondendo à questão colocada no início desta seção, a etnomatemática pode se apresentar como uma possibilidade intercultural no seio da educação matemática, se sua abordagem estiver pautada nas inter-relações entre diferentes culturas, viabilizadas por meio do diálogo aberto, voltado para a reaprendizagem e recolocação cultural e de contexto.

PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO DAS ESCOLAS DAS ILHAS DO PARANÁ: UMA EXPERIÊNCIA

Esta seção tem como objetivo relatar a experiência da tentativa de implementação de uma proposta tida como intercultural, juntamente com os problemas, práticos e teóricos, que envolveram esta implementação. Este tópico apresenta algumas ideias discutidas durante o IV Congresso Internacional da Sociedade de Filosofia da Educação de Língua Portuguesa: Interculturalidade, Educação e Encontro de Pessoas e Povos, realizado em 2013 em Cabo Verde.

CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DO LITORAL DO PARANÁ

O litoral do Paraná é composto de uma faixa de aproximadamente 98km de extensão, mas, se consideradas suas reentrâncias e ilhas, supera os 150km. Por conta de suas características geográficas, os modos de vida das populações tradicionais – compostas por

caixaras, ribeirinhos, pescadores artesanais, populações de manguezais, quilombolas, entre outros – são marcados por diferentes formas de ocupação, usos do solo, movimentos de migração populacional entre ilhas, entre ilhas e o continente, atividades econômicas e pelas relações entre a diversidade sociocultural existente e o ambiente natural.

Além dos limites ambientais naturais, essas populações ainda sofrem fortes tensões com o estado por conta das chamadas Unidades de Conservação (UCs) que, se, por um lado, foram criadas como resposta a um modelo perverso de desenvolvimento pautado pela lógica urbano-industrial, por outro, interfere de modo determinante nos seus modos de vida, considerados pelos órgãos ambientais que promovem a fiscalização destas áreas como os verdadeiros responsáveis pela degradação da natureza local.

Nesse contexto, encontram-se imersas sete escolas distribuídas pelas ilhas e que se constituem como elementos fundamentais no diálogo intercultural entre os conhecimentos tradicionais e escolares, conseqüentemente na luta pela sobrevivência e permanência dessas populações nos territórios em que historicamente habitam.

É nesse sentido que o Setor Litoral da UFPR, em conjunto com as comunidades das ilhas e com a Secretaria de Estado de Educação do Paraná, construiu uma proposta pedagógica diferenciada para as escolas das ilhas do litoral paranaense e que está fundada em alguns princípios, dentre os quais destaco os seguintes:

- a) Valorizar e garantir a diversidade socioambiental, econômica e cultural, considerando os recortes de etnia, gênero, idade, religiosidade, ancestralidade, atividades laborais e as diferenças internas de cada comunidade a fim de reconhecer e respeitar os direitos culturais, as práticas comunitárias, as memórias e identidades;
- b) Por meio da gestão democrática, fortalecer as relações dialógicas entre as instâncias de educação escolar e não-escolar, visando valorizar e socializar os saberes tradicionais das diferentes comunidades, garantindo a participação dos ilhéus na elaboração e execução dos processos educativos escolares;
- c) Ampliar a visibilidade social dos ilhéus, a fim de que a sociedade e suas instituições, sobretudo os órgãos públicos, os reconheçam em quanto sujeitos de direito (PARANÁ, 2009, p. 9).

Apesar da ampla participação das comunidades, as reuniões de construção da proposta apontaram para a necessidade do fortalecimento da formação continuada das professoras e professores das escolas das ilhas, em especial no que se referia à implanta-

ção da nova proposta. Para tanto, foram realizados vários encontros nas escolas. O que passo a relatar agora é minha experiência em alguns desses encontros.

RELATO DA EXPERIÊNCIA DE IMPLANTAÇÃO DA PROPOSTA

Antes de iniciar o relato propriamente dito, entendo ser necessário esclarecer o significado que o termo experiência assume neste ensaio. Assim, a “[...] experiência é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca; não o que se passa, não o que acontece, não o que toca. A cada dia se passam muitas coisas, porém, ao mesmo tempo, quase nada nos acontece” (LARROSA, 2002, p. 21).

Dessa forma, um acontecimento pode ser o mesmo para várias pessoas, mas a experiência jamais será repetida, ou seja, ela é singular, individual, não pode ser vivida por mais de uma pessoa da mesma forma, à medida que é algo que nos marca, que nos transforma e, assim, nos constitui. Desse modo, o relato em si jamais representará a experiência em toda a sua complexidade. É por isso que busco ao menos apontar as forças que dão sentido à experiência. Para tanto, optei por trilhar um caminho do qual tentarei destacar fragmentos para construir algumas imagens relacionadas à experiência de implantação da proposta.

Primeira Imagem: Ilhas de Piaçaguera e Amparo

Com uma população que sobrevive da pesca artesanal, a ilha de Piaçaguera possui uma escola com duas salas de aula que atendem estudantes da localidade e da Ilha de Amparo, separada de Piaçaguera pelo Rio das Ostras. Durante os trabalhos, estavam presentes as professoras da escola e algumas mães de estudantes, bem como a equipe de professores da UFPR Litoral. Como havia apenas uma turma de estudantes em aula, uma professora da UFPR Litoral ficou com as crianças para que a professora da turma pudesse participar das discussões.

Em uma localidade carente de políticas públicas, é comum que as demandas se concentrem em questões sociais mais imediatas em detrimento das questões pedagógicas. Uma das demandas que mais chamou a atenção foi o deslocamento dos estudantes da comunidade de Amparo para Piaçaguera, marcado por dificuldades e riscos durante a travessia do Rio das Ostras, que é realizada em embarcações inadequadas e até mesmo

sem elas.⁵ Mais tarde tive a oportunidade de acompanhar esses estudantes no retorno para casa e vivenciar as dificuldades do trajeto, que leva em torno de 30 minutos.

As questões pedagógicas puderam ser melhor trabalhadas quando a professora que ficou com os estudantes trouxe os trabalhos produzidos por eles naquele período. Tratava-se de um trabalho de autocartografia, no qual os estudantes desenharam um mapa da sua comunidade. Dois acontecimentos chamaram a atenção:

- a) o grande detalhamento das comunidades nos mapas desenhados;
- b) o pequeno detalhamento do mapa de um estudante que preferiu desenhar o mapa-múndi mostrando, com isso, a dificuldade encontrada na abstração desse conhecimento. Isso foi determinante para mostrar a importância do diálogo entre os saberes tradicionais com os saberes escolares.

Ora, na construção de conhecimentos, é comum que os sujeitos elaborem ideias sobre o mundo e as coisas no (e do...) mundo, instaurando entendimentos a partir de certas maneiras de pensar ou conhecer. Assim, um ilhéu terá um conjunto de conhecimentos significativamente distintos dos de um sujeito metropolitano. Na perspectiva de uma escola voltada para a interculturalidade, portanto, os conhecimentos devem ser trabalhados a partir das realidades dos estudantes, uma vez que é por meio destas realidades que é possível generalizar os movimentos de pensamento para, em seguida, retornar a elas resignificando-as. A escola, ao contrário, comumente tem tratado a construção do conhecimento de maneira a desconsiderar o conjunto dos saberes dos quais os estudantes são portadores. Desse modo, estabelece e impõe conteúdos a serem abordados em sala de aula que pouco ou nada dialogam com os saberes tecidos nas práticas comunitárias. É nesse contexto que a escola se torna instrumento de dominação.

Segunda Imagem: Ilha de São Miguel

Com uma população sobrevivendo da pesca artesanal, da agricultura de subsistência e do artesanato de cipó e madeira, São Miguel possui uma escola com apenas uma

⁵ Quando não dispõem de algum nativo que realize a travessia, os estudantes atravessam o rio a nado, puxando uma pequena balsa improvisada para não molhar o material escolar. Por conta disso e da possibilidade de intempéries, os estudantes deixam na escola algumas roupas secas.

sala de aula, cuidada por um jovem casal de biólogos, que também são professores. Esta segunda imagem é marcada por uma emocionante tomada de consciência dos jovens professores em relação às dificuldades impostas ao modo de vida da comunidade, por estarem vivendo em uma UC.

Logo que chegaram à ilha, o casal de professores entrou em conflito com a comunidade, que, na ocasião, incluía em sua cultura alimentar a carne de tartaruga, algo inconcebível para eles, que somente foram compreender os motivos após ouvir os estudantes e, depois, a comunidade como um todo. Foi dessa forma que ficaram sabendo que, no ato de instauração das UCs, em 1980, as áreas ocupadas foram consideradas desabitadas, o que não correspondia à realidade. As comunidades tradicionais que havia muito tempo habitavam esses territórios, em períodos de frentes frias, denominadas localmente de **vento sul**, bem como em períodos de defeso,⁶ sobreviviam por meio de suas roças, da criação de animais e da coleta de recursos para a confecção de utensílios domésticos e instrumentos de trabalho. Com a implementação das UCs, os direitos e interesses desta população foram desconsiderados, o que colocou em risco a soberania alimentar dos ilhéus, obrigando a mudanças de significado e destinação do território, consequentemente, das suas possibilidades de ocupação e uso dos recursos naturais. “Desse modo, essas áreas passaram a ser denominadas **desertos verdes**, uma vez que, a despeito de conservar o ambiente natural, dificultam a sobrevivência das comunidades que viabilizaram a sua existência em função de seu modo de vida” (PARANÁ, 2009, p. 26).

No trabalho de implantação da nova proposta pedagógica, foi interessante perceber a importância dessa tomada de consciência dos professores e a forma como desenvolveram as atividades estabelecendo relações entre homem e natureza e a indissociabilidade entre os modos de vida, o trabalho, a cultura e a identidade.

Terceira Imagem: Ilha das Peças

Da mesma forma que as outras, a Ilha das Peças abriga uma população que sobrevive basicamente da pesca artesanal. A ilha comporta uma escola um pouco maior que as anteriores. Nesta imagem destaca-se a participação de uma liderança comunitária que

⁶ Período em que as atividades de pesca ficam vetadas ou controladas com fins de preservação de espécies em períodos de reprodução.

possui um riquíssimo herbário em seu quintal, composto de plantas medicinais muito utilizadas por curandeiras e parteiras locais. Assim, durante nossos trabalhos, os saberes tradicionais apresentados por essa liderança foram o mote para a construção de propostas de aproximação com os saberes escolares como, por exemplo, a botânica e a química.

Dessa forma, foi possível mostrar para as professoras e para a comunidade que as praias, as trilhas em meio à floresta atlântica, os espaços ligados à pesca, entre outros, devem ser considerados efetivos prolongamentos da escola, que deve compreender serem estes espaços educativos e carregados de saberes tradicionais e que, num processo dialógico, constituem-se como fundamentais na organização do trabalho pedagógico.

Quarta Imagem: Ilha de Superagui

Das quatro ilhas citadas, esta é a que possui maior infraestrutura, de modo que sua população sobrevive, além da pesca artesanal, também do turismo. Da mesma forma que em todas as ilhas do litoral do Paraná, a população de Superagui também sofre por estar habitando uma UC, mas com o agravante da possibilidade de perder um grande patrimônio cultural: o fandango.⁷ Historicamente, em épocas que impossibilitavam a atividade da pesca, a comunidade se reunia em mutirões para o plantio e a colheita da agricultura de subsistência. Por tradição, o beneficiado pelo mutirão oferecia, ao final, rodas de conversa com a contação de lendas caiçaras e com o fandango. Entretanto, com a proibição desse plantio, os mutirões acabaram, e corre-se o risco de as lendas e o fandango também acabarem, a despeito de existirem algumas associações que procuram manter essa cultura.

Isso é tão marcante na comunidade, que, nas atividades de implantação da nova proposta, os trabalhos produzidos pelas professoras procuraram resgatar esses elementos culturais, em um belo diálogo com os saberes escolares, mostrando a compreensão da importância da música, da dança, dos mitos e das lendas dessas comunidades, transmitidos oralmente pelos mais velhos.

⁷ Festa típica dos caboclos e pescadores que habitam a região litorânea do estado.

O PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO DAS ESCOLAS DAS ILHAS: INTERCULTURAL OU MULTICULTURAL?

É importante destacar que a proposta pedagógica das escolas das ilhas foi estruturada a partir da articulação entre três eixos temáticos que devem estar relacionados diretamente com os modos de vida dos ilhéus:

- a) modos de vida: trabalho, cultura(s) e identidade(s);
- b) territórios: natureza, poder e políticas;
- c) saúdes: hábitos e costumes e os chamados conteúdos estruturantes (conteúdos escolares elencados nas Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná) que foram divididos por áreas do conhecimento (linguagens; cultura corporal; expressões culturais e artísticas; humanidades: socioculturais; humanidades: espaço e temporalidade; ciências exatas; ciências da natureza).

Contudo, apesar de representar um avanço em relação a uma proposta pedagógica urbana tradicional, na medida em que foi organizada a partir da necessidade de “[...] romper com a abordagem de conteúdos que pouco ou nada se relacionem com os anseios dos estudantes, suas dúvidas, perspectivas e necessidades” (PARANÁ, 2009, p. 37), a proposta apresenta dificuldades para a sua implementação prática enquanto uma proposta intercultural.

Isso se dá em virtude de dois fatores fundamentais:

- a) o agente promotor do diálogo entre os saberes tradicionais e os saberes escolares é o professor. Acontece que muitos professores das escolas das ilhas, por não serem concursados, podem ser removidos do local de um ano para outro, e a conseqüente grande rotatividade de docentes nas escolas, também faz com que o imprescindível contato com a comunidade não se efetive da forma necessária para uma proposta como essa;
- b) apesar de os eixos temáticos estarem elencados de forma clara, aspectos importantes da cultura dos ilhéus (como, por exemplo, a braça enquanto unidade de medida) não aparecem na proposta enquanto conteúdo a ser trabalhado.

Dessa forma, a conjunção desses dois fatores faz com que, na prática, a escola comumente trabalhe os conteúdos escolares dissociados da realidade ou, quando os aproxima, isso é feito apenas por meio da utilização do contexto. Nesse sentido, a proposta pedagógica das escolas das ilhas do Paraná se aproxima mais de uma perspectiva multicultural do que de uma perspectiva intercultural.

EDUCAÇÃO INTERCULTURAL: UMA NECESSIDADE E UM DESAFIO

Como mencionado de início, este texto se constitui como um ensaio. Nesse sentido, ele está muito mais no início de uma caminhada de reflexões do que num pretenso lugar de chegada. Contudo, penso que já é possível tirar, desse início de caminhada, alguns elementos que podem nos indicar possibilidades de estradas, a fim de podermos continuar caminhando.

O primeiro elemento é a consciência do caráter multicultural de nossas sociedades, no mundo globalizado – econômica e culturalmente – em que vivemos. Contudo, não basta reconhecer que as sociedades são formadas por múltiplas culturas, na medida em que isso não garante a supressão da discriminação, ainda existente, de grupos que concebem suas culturas como superiores a outras.

Isso nos leva ao segundo elemento: a necessidade da promoção de um diálogo aberto, assimétrico e respeitoso entre as diferentes culturas, diálogo esse que vise a uma mudança das sociedades multiculturais que temos, para sociedades interculturais. Nesse intuito, para que elas sejam mesmo interculturais, é necessário estar disposto a acolher o diferente, a viver a aventura do novo, estar aberto para a partilha. E acredito que o meio privilegiado para promover esse diálogo é a educação, uma educação voltada à interculturalidade, uma verdadeira educação intercultural.

Contudo, para pensarmos uma educação intercultural, não basta que situemos o conhecimento nas fronteiras propriamente étnicas. É preciso reafirmar que sua origem se encontra também na singularidade de todas as situações de vivência e convivência comunitárias. Com base nisso é que se apresenta a possibilidade de pensar a educação como “[...] a constituição contínua, dinâmica e renovada da experiência de problematização indisciplinar de práticas culturais etnocomunitárias” (MIGUEL, 2008, p. 2).

Nessa perspectiva, Miguel (2008, p. 7), entendendo que vivemos um momento de “[...] recusa à produção do sujeito produtivo e competitivo do capitalismo tardio, do sujeito-mercadoria competente do capitalismo noturno e do sujeito noturno do capitalismo incompetente”, propõe que a etnocomunidade escolar se utilize das práticas culturais como problematizadoras na:

[...] tensão do estar entre a recusa deliberada da doutrinação e da aculturação em massa que têm sido produzidas pelos currículos escolares oficiais e o desejo infinito, sempre insatisfeito e renovado, indisciplinar e indisciplinado, de transcendência e transgressão dos condicionamentos a que está submetida a comunidade escolar, tanto na escola quanto na vida, a cada momento (MIGUEL, 2008, p. 7).

Essa recusa à qual se refere Miguel (2008) se aproxima do conceito de desobediência cultural, utilizado por Fonet-Betancourt (2004), e retomado de forma crítica e mais abrangente por André (2005, p. 134), quando afirma que esse conceito corresponde:

[...] à legitimidade com que uma cultura invadida pode desobedecer aos imperativos da cultura colonizadora na sua vocação para fragilização e consequente domínio das outras culturas, mas proporciona simultaneamente a capacidade de uma cultura de origem se cruzar fecundamente com outra cultura. Nesse contexto a desobediência cultural desenvolve mecanismos que são simultaneamente de resistência e de transformação. [...] Partir para o diálogo intercultural tendo como pressuposto a desobediência cultural é também e ao mesmo tempo fazer da cultura uma permanente opção e assumir por isso a liberdade como forma de habitar o espaço cultural [...].

É com esses caminhos, apontados por André (2005) e Miguel (2008), que finalizo este ensaio, mas, a despeito disso, sinto-me já instigado a retomar a caminhada. Repentinamente percebo que minhas mãos estão úmidas, minhas pernas tremem e o coração está acelerado. Compreendo, então, que o jogo de sedução continua...

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, J. M. **Diálogo intercultural, utopia e mestiçagens em tempos de globalização**. Coimbra: Ariadne Editora, 2005.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: arte ou técnica de explicar e conhecer**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1993.

FORNET-BETANCOURT, R. **Interculturalidade: críticas, diálogos e perspectivas.** São Leopoldo: Nova Harmonia, 2004.

GEERTZ, C. **O saber local: novos ensaios em antropologia interpretativa.** 13. ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

GIARDINETTO, J. R. B. A escola e o ensino da matemática frente a discursos interculturais: reflexões quanto a relação entre o conhecimento local e o conhecimento global. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 11., 2003. **Anais...** Blumenau: CIAEM, 2003.

GIARDINETTO, J. R. B. A globalização e a perspectiva intercultural na educação: implicações para o ensino de matemática. **Revista de Educação**, Campinas, v. 10, p. 84-102, 2001.

GIARDINETTO, J. R. B. Interculturalismo e educação matemática: reflexões a partir da experiência portuguesa. In: REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 23., 2000, Caxambu. **Anais...** Caxambu: ANPED, 2000a.

GIARDINETTO, J. R. B. **Reflexões sobre o papel da escola e do ensino de matemática em tempos de globalização: multiculturalismo e/ou monoculturalismo?** 2000b. 155 p. Relatório de Pesquisa (Pós-Doutorado) - Universidade Católica Portuguesa, Portugal, 2000b.

KNIJNIK, G. **Educação matemática, culturas e conhecimento na luta pela terra.** Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2006.

KNIJNIK, G.; WANDERER, F.; GIONGO, I. M.; DUARTE, C. G. **Etnomatemática em movimento.** Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2012.

LARROSA, J. Notas sobre a experiência e o saber da experiência. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 19, p. 20-28, jan./abr. 2002.

LEITE, J. L. Interculturalidade, interdisciplinaridade e educação do campo: aspectos teóricos e práticos. In: FOERSTE, E.; FOERSTE, G. M. S.; LEITE, J. L.; VALLADARES, M. (Org.). **Interculturalidade e interdisciplinaridade na educação do campo: povos, territórios, saberes da terra, movimentos sociais, sustentabilidade.** Vitória: Ufes, 2010.

LIMA, R. V. Interculturalidade latino-americana em Raúl Fornet-Betancourt. **Diálogos – Revista de Estudos Culturais e da Contemporaneidade**, n. 9, maio/jun. 2013.

LORENZONI, C. A. C. A.; MARCILINO, O. T. Interculturalidade na construção de um currículo de matemática para as escolas guarani do Espírito Santo. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: SBEM, 2010.

MIGUEL, A. O currículo escolar como experiência de problematização indisciplinar de práticas culturais etnocomunitárias. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO, 14., 2008, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ENDIPE, 2008.

OLIVEIRA, M. A. M.; SANTOS, C. M. O ensino de matemática numa perspectiva intercultural: uma experiência com acadêmicos indígenas. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 11., 2013, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBEM, 2013.

PARANÁ. **Proposta Pedagógica das Escolas das Ilhas do Litoral Paranaense**. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. 2009. Disponível em: <http://www.nre.seed.pr.gov.br/paranagua/arquivos/File/Diversidade/Ilhas/PP_PAR193_2010.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2014.

PETERS, A. P.; SCHNORR, G. M.; TAUSCHECK, N. M. Descolonização de saberes e interculturalidade: a cultura cabocla, o contestado e seus ecos nos dias atuais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE DE FILOSOFIA DA EDUCAÇÃO DE LÍNGUA PORTUGUESA, 4., 2013, Cabo Verde. **Anais...** Cabo Verde: Universidade de Santiago, 2013.

RIBEIRO, J. P. M. Encontro intercultural: a etnomatemática como caminho para a construção do diálogo entre culturas. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10., 2006, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Faculdade de Educação, 2006.

SANTOS, B. S.; NUNES, J. A. Introdução: para ampliar o cânone do reconhecimento, da diferença e da igualdade. In: SANTOS, B. S. (Org.). **Reconhecer para libertar: os caminhos do cosmopolitismo multicultural**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2003.

SANTOS, M. S. Educação escolar indígena numa perspectiva intercultural: um olhar etnomatemático. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENSINO DA MATEMÁTICA, 6., 2013, Canoas. **Anais...** Canoas: ULBRA, 2013.


SECRETARIADO COORDENADOR DOS PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO MULTICULTURAL. **Colecção Educação Intercultural**. Lisboa: Ministério da Educação, Secretariado Coordenador dos Programas de Educação Multicultural, 1995.

SEVERINO, A. J. Interculturalidade, educação e encontro de pessoas e povos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE DE FILOSOFIA DA EDUCAÇÃO DE LÍNGUA PORTUGUESA, 4., 2013, Cabo Verde. **Anais**. Cabo Verde: Universidade de Santiago, 2013.

TELES, L.; PONTE, J. P. A realização de miniprojetos de educação intercultural no ensino da matemática: as experiências vividas por quatro professoras. In: SEMINÁRIO DE INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 24., 2013. Braga. **Anais...** Braga: APM & CIEd da Universidade do Minho, 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ LITORAL. **Projeto Político Pedagógico**. 2008. Disponível em: <http://www.litoral.ufpr.br/pdfs/2009/PPP%20-%20UFPR%20-%20LITORAL_Set_2008_Alteracao_Dez_2008_Impress%E3o.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2014.



A decorative graphic on the left side of the page consists of numerous 3D-rendered numbers in various shades of blue and white. The numbers are scattered and appear to be falling or floating, creating a dynamic and mathematical atmosphere. The numbers include digits from 0 to 9, as well as some larger, stylized numbers like 10 and 11.

**O MITO DA ANÁLISE REAL NA FORMAÇÃO
CONCEITUAL DO PROFESSOR DE
MATEMÁTICA SOBRE OS NÚMEROS REAIS E
A ANÁLISE MATEMÁTICA**

José Carlos Cifuentes

Homenagem a Karl Wilhelm Theodor Weierstrass (1815-1897), o pai da
análise matemática moderna, no seu bicentenário.



INTRODUÇÃO: MITOS E PRÉ-CONCEPÇÕES NA DELIMITAÇÃO DA ÁREA ANÁLISE NA RETA

A análise na reta, como área do conhecimento matemático (e também como disciplina curricular) é frequentemente identificada com a análise real, sendo a origem dessa crença a suposição de que todo segmento de reta, ou toda grandeza geométrica, pode ser medido com esses números.

Bourbaki (1972, p. 202) diz, na sua obra *Elementos de história da matemática*, no capítulo Números reais, que “Toda medida de uma grandeza implica numa noção confusa de número real”, e essas confusões sobre uma concepção adequada de número para atender às exigências de uma boa medida das grandezas são muito antigas, e ainda permanecem gerando mitos no conhecimento matemático. Os gregos (Eudoxo, Euclides) desenvolveram uma teoria geométrica coerente de razões de grandezas que está na base de uma teoria da medida, e sua consolidação aritmética, na forma de uma teoria dos números reais, só foi conseguida no século XIX (Cauchy, Dedekind, Weierstrass, Cantor, entre outros). A discussão, neste capítulo, sobre a constituição da teoria dos números reais como fundamento da Análise na Reta, e os mitos ao redor dela, segue de perto, com a finalidade pedagógico-formativa de um aprimoramento do pensamento analítico e geométrico do professor de matemática, o artigo de Cifuentes (2011).

Com essa finalidade pedagógica, este capítulo é dirigido para professores de matemática em formação inicial ou continuada e professores formadores de professores visando, mediante uma reflexão filosófica e histórica, ao aprimoramento de sua formação conceitual (e não apenas algorítmica), e sua cultura matemática, sobre os assuntos aqui abordados.

Mitos matemáticos, ou ao interior da matemática, têm sua origem quando uma interpretação é transformada em verdade ou em explicação. Então, como é possível haver mitos na matemática se ela é considerada por excelência a ciência da verdade e da certeza? Ou, como pode haver verdades matemáticas que são resultado de uma interpretação?

Mitos matemáticos não devem ser confundidos com mitos sobre a matemática ou metamatemáticos. Um dos mais importantes mitos sobre a matemática, decorrente da chamada **crise dos fundamentos** que resultou dos desenvolvimentos iniciais da teoria dos conjuntos infinitos no século XIX, e que permeia ainda hoje o seu ensino, é considerar

essa ciência como sendo de natureza extensional. Isso significa o seguinte: é um pressuposto geralmente aceito desde então que a matemática **toda** pode ser fundamentada, e construída, integralmente na teoria dos conjuntos, onde a característica extensional dessas entidades, os conjuntos, é expressa pelo axioma de extensionalidade de Frege-Cantor que, intuitivamente, diz que um conjunto fica bem determinado pelos seus elementos. Essa exigência deixa de lado conjuntos como, por exemplo, o dos números reais **próximos de zero** ou o dos números naturais **muito grandes** que não podem ser formalizados na teoria de Cantor por não serem extensionais, pois seus elementos não estão bem definidos, a menos que explicitemos um grau de aproximação ou um grau de grandeza bem determinado.

Essa foi uma das propostas de fins desse século e começo do seguinte para a reconstrução da matemática, proposta que se consolidou em decorrência de dois processos de forte caráter reducionista:

- a) o da aritmetização da análise que pretendia **reduzir** a matemática à teoria dos números naturais;
- b) o que pretendia reduzir estes aos conjuntos, ambos exigindo uma análise aprofundada do conceito de **infinito**.

Devemos destacar que a ideia intuitiva de *função*, tão central na matemática atual, carrega, desde suas primeiras formulações, um aspecto dinâmico-intencional que sua versão conjuntista-extensional não pode capturar. Essa característica dinâmica da função, que está na base, por exemplo, dos primeiros entendimentos sobre a natureza das soluções das equações diferenciais, foi perdida, como observado por Lorenzo Martínez (200-), na passagem da formulação do conceito de **continuidade de uma função** devida a Cauchy para as formulações atuais que usam a noção de *limite*, usando a linguagem ε - δ , devidas principalmente a Weierstrass.

Segundo Lorenzo Martínez (200-, p. 10):

Cauchy enuncia que ‘uma quantidade variável se torna infinitamente pequena quando seu valor numérico diminui indefinidamente, convergindo para zero’. Nessa linguagem dinâmica, as quantidades são grandezas que aumentam ou diminuem, com os valores numéricos associados convergindo, respectivamente, para infinito ou para zero. [...] A formulação de Cauchy não tem, então, um sentido verdadeiramente preciso, e pode ser descartada em favor de conceitos de natureza mais aritmética, como o de majoração, de minoração ou de aproximação.

A passagem da reta euclidiana para a reta numérica é uma passagem conceitual de uma geometria/física da continuidade da reta para uma aritmética da continuidade da reta, e constitui um dos componentes metodológicos do processo de aritmetização da análise. Essa passagem já é um pré-anúncio teórico da ruptura epistemológica que estabelece a aceitação dos números reais como fundamento da análise matemática clássica e que chamaremos mais adiante de mito da análise real.

Podemos apontar, então, como um primeiro mito matemático, consequência desse mito metamatemático sobre o caráter extensional da matemática mencionado acima, o seguinte: as funções têm só características extensionais e podem ser reduzidas à sua definição conjuntista, isto é, elas podem ser consideradas conjuntos de pares ordenados.

Em Cifuentes (2010) analisamos outros mitos matemáticos e sobre a matemática como parte de uma discussão sobre o pensamento matemático qualitativo.

Frequentemente os mitos matemáticos são fonte do que Bachelard (2003) chama de **obstáculos epistemológicos**, pois aqueles, na sua condição de verdades matemáticas consolidadas no conhecimento matemático, se constituem em obstáculos para o surgimento de outras verdades (interpretações) que as substituam. O conceito de **ruptura epistemológica** também foi introduzido por Bachelard em (BACHELARD, 2000).

Mitos matemáticos, então, são mitos ao interior da própria matemática e fazem parte do conhecimento matemático sistematizado, transformando-se em paradigmas, na denominação de Kuhn. O exemplo que motiva o assunto deste capítulo, e que veremos em seguida, mostrará que certos resultados matemáticos de um pensamento qualitativo em matemática dependem geralmente de uma interpretação e são consequência de uma tomada de decisão. Talvez possamos concordar em que um primeiro passo para a compreensão dessa situação é reconhecer que **atribuir verdade** a hipóteses, axiomas ou princípios que a matemática assume, é resultado de um ato de interpretação acerca de uma certa **realidade matemática**: uma afirmação matemática é dita **verdadeira** se o fato que ela descreve ocorre na **realidade**.

O MITO DA ANÁLISE REAL

Pois bem, um dos mitos matemáticos historicamente consolidados e de enormes consequências na matemática atual é assumir que a estrutura da reta euclidiana, que

é um ente geométrico, é a do sistema (corpo ordenado completo) dos números reais, que é um ente algébrico, tomando a sua completude métrica e de ordem como fator de decisão (CIFUENTES, 2010).

Hoje, como mencionado, no estudo da análise matemática, identifica-se o objeto geométrico **reta euclidiana** com o objeto algébrico **reta real**. De fato, nessa área do conhecimento matemático (a análise matemática) começa-se com o estudo do corpo ordenado dos números reais. A ordem envolvida estrutura linearmente esse sistema de números e o estabelece geometricamente como uma reta onde são definidos conceitos métricos como **distância entre pontos** dentre outros. Para tal identificação, supõe-se que a reta euclidiana é constituída de pontos e associa-se a cada número real um único ponto da reta, de modo que essa associação demonstra-se ser completa, tanto no sentido métrico (toda sequência de Cauchy converge) quanto no sentido da ordem (todo subconjunto não vazio e limitado superiormente tem supremo), o que implica que essa associação é biunívoca, isto é, que a cada ponto da reta também lhe corresponde um único número real, sendo uma consequência disso a crença de que **todo segmento de reta é mensurável por um número real positivo** e, por conseguinte, que toda grandeza física mensurável o é por um número real.

Dizemos, nesse caso, que a reta euclidiana tem a estrutura dos números reais. Podemos entender essa estrutura como uma roupagem algébrica e topológica que a reta veste para que suas propriedades geométricas sejam inteligíveis pela mente humana, assimiláveis pela intuição matemática, pela intuição do espaço. A reta real é um modelo da reta euclidiana(!). Mas, será possível vestir a reta com outra roupagem numérica de modo que ainda seja um corpo ordenado? - isto é, será que a reta euclidiana admite outro modelo?

O sistema dos números racionais \mathbb{Q} é um corpo ordenado, mas a reta racional é incompleta em vários aspectos. O primeiro deles, e talvez o primeiro do ponto de vista histórico, é a possibilidade de construir segmentos geométricos que são incomensuráveis com o segmento unidade (dois segmentos são ditos comensuráveis se um é múltiplo racional do outro). Por exemplo, o lado de um quadrado é incomensurável com sua diagonal, em particular, $\sqrt{2}$ é incomensurável com 1. Então, se a intenção é poder medir segmentos geométricos, os números racionais não são suficientes, isto é, a reta racional

não dá conta dos segmentos que as construções geométricas permitem (construções com régua e compasso).

Porém, é importante observar que, se nos limitarmos aos segmentos que as construções geométricas permitem, então, o corpo ordenado dos chamados **números construtíveis** seria suficiente para medir qualquer segmento, pois **qualquer segmento** significaria **qualquer segmento construtível**. Um número é dito **construtível** se é a medida de um segmento construtível. De fato, todo número racional é construtível, porém nem todo irracional o é. Por exemplo, o número **raiz quadrada de 2** é construtível, mas **raiz cúbica de 2** não é, o que está na base da demonstração (só feita no século XIX) da impossibilidade da duplicação do cubo por meios construtíveis. A reta construtível amplia a reta racional e permite medir qualquer segmento construtível.

Por outro lado, na história da matemática, há diversos momentos em que a reta euclidiana vestiu-se com uma outra roupagem envolvendo a noção de **infinitésimo** ou **número infinitesimal**. Um desses momentos é o período dos inícios do cálculo infinitesimal, no século XVII, cuja discussão teórica pode remontar às épocas de Zenão (séc. V a.C.), Eudoxo (séc. IV a.C.) e Arquimedes (séc. III a. C.).

No século XIX, após os desenvolvimentos de Cauchy, os números infinitesimais foram progressivamente eliminados da matemática em decorrência do processo de rigorização dessa ciência chamado de **aritmética da análise**, fundando-se, então, a análise matemática na **nova** teoria dos números reais.

O processo de aritmética da análise, um programa reducionista, descrito brevemente, consiste em fundamentar a *análise na reta* na teoria dos números naturais considerados seguros (o que se estende para a análise de funções de várias variáveis, de funções complexas, à teoria das equações diferenciais, à geometria diferencial e até às próprias geometrias euclidiana e não-euclidianas). Esse processo reconstrói geneticamente os números inteiros a partir dos naturais, os racionais a partir dos inteiros, e finalmente os reais a partir dos racionais, sendo que esta última etapa pode ser realizada utilizando-se o método das sequências de Cauchy, ou dos cortes de Dedekind, ou dos intervalos encaixantes, entre outros. Esse programa transformou os raciocínios geométricos, por exemplo a respeito da continuidade de funções, em raciocínios aritméticos sobre os números reais. Como consequência desse processo de rigorização, foram eli-

minados os infinitesimais como entidades numéricas, foram **esclarecidas** as noções de convergência de sequências e séries e foi introduzida a operação de **passagem ao limite** (que envolve o infinito) junto às operações aritméticas elementares.

A análise matemática baseada nos números reais é chamada hoje de análise real, clássica ou *standard*. O processo da aritmetização da análise foi, então, um fator importante e determinante na constituição da análise matemática clássica, a que usualmente se ensina nos cursos de graduação em matemática, com o nome de **análise matemática**.

É importante notar que um dos fatos que contribuíram para a consolidação dos números reais na matemática é o seu uso nas novas geometrias do século XIX: por exemplo, na moderna geometria não-euclidiana de Lobachevski, chamada também de hiperbólica, um dos resultados que a caracterizam é o que determina que dada uma reta e um ponto fora dela, existem exatamente duas retas paralelas à reta dada, que passam pelo ponto dado e que separam as retas que interceptam a reta dada das que não a interceptam. A existência delas só é possível apelando à propriedade do **supremo** dos números reais.

Em meados do século XX, após diversos desenvolvimentos da lógica matemática, especialmente da teoria de modelos, os números infinitesimais foram reintroduzidos na matemática como parte estruturante de um novo corpo ordenado, o dos chamados **números hiper-reais**, corpo que estende a reta dos números reais, supostamente completa, sobre o qual é construída a chamada de análise não-*standard*.

Surge, então, a seguinte questão epistemológica: afinal, qual é a estrutura da reta euclidiana, a dos números reais ou a dos números hiper-reais, ou é alguma outra como a dos números construtíveis? E o que significa a completude métrica ou de ordem da reta real nesse contexto? Uma resposta numa direção ou em outra terá implicações diferenciadas na interpretação, por exemplo, da mensurabilidade dos fenômenos físicos.

Um dos ingredientes fundamentais na demonstração da completude métrica dos números reais baseia-se num princípio conhecido hoje como o Princípio de Arquimedes ou a Propriedade Arquimediana, aqui denominada PA, que afirma, em termos geométricos, que dados dois segmentos distintos, existe sempre um múltiplo inteiro do menor que supera o maior, ou em termos numéricos, dados dois números reais positivos, existe um múltiplo inteiro do menor deles que supera o maior. Esse princípio, de

fato, limita a possibilidade de estender a reta racional indefinidamente e sua natureza epistemológica será analisada na próxima seção.

Um corpo ordenado que satisfaz o PA é dito arquimediano. Prova-se que a reta real é a **maior** extensão dos racionais que satisfaz o PA, e que todo subcorpo dos reais é arquimediano, em particular o corpo dos racionais e o corpo dos números construtíveis.

Uma breve digressão pode ser feita neste momento: o corpo dos números construtíveis pode ser considerado **completo** a respeito das operações construtíveis (que incluem as aritméticas), isto é, todo número construtível pode ser efetivamente construído com essas operações e vice-versa. Nesse sentido, a completude dos números reais pode ser pensada como a completude a respeito das operações aritméticas e a de passagem ao limite.

Na geometria euclidiana plana, o Princípio de Arquimedes é usado em inúmeras demonstrações, possibilitando, principalmente, contornar fenômenos de proporcionalidade de figuras geométricas incomensuráveis para atribuir-lhes um valor numérico.

A condição de princípio, ou de axioma, do PA é recorrente na história da matemática. Por exemplo, na formulação axiomática da geometria dada por Hilbert no seu Fundamentos da geometria de 1899, ele aparece como o axioma V.1, dentre os axiomas de continuidade, cujo enunciado, usando os conceitos próprios desse sistema, é o seguinte: “(Axioma da medida ou de Arquimedes) Se AB e CD são dois segmentos quaisquer, então há na reta AB um número finito de pontos A_1, A_2, \dots, A_n tais que os segmentos $AA_1, A_1A_2, \dots, A_{n-1}A_n$ são congruentes com o segmento CD e B está entre A e A_n ” (HILBERT, 2003, p. 28).

Chamar de axioma da medida esse princípio já revela o fato de que ele torna aritmético um fenômeno geométrico, e mantê-lo como princípio numa versão moderna da geometria talvez revele a impossibilidade de encontrar uma justificativa melhor, isto é, princípios mais elementares nos quais se sustentar.

Consideraremos como o mito da análise real a adoção do PA como princípio estruturante e limitante da reta euclidiana. Ele é limitante pois, por exemplo, a reta hiper-real não o satisfaz. De fato, na reta hiper-real não existe múltiplo inteiro de um infinitesimal positivo que supere um racional positivo.

Um corpo ordenado que não satisfaz o PA é chamado de **corpo ordenado não-arquimediano** e ele sempre conterá infinitésimos. Além disso, um tal corpo não pode ser completo no sentido da ordem pois, por exemplo, o subconjunto \mathbb{N} dos números naturais nesse corpo é limitado superiormente, porém, não tem supremo. Vejamos: seja c uma cota superior de \mathbb{N} (por exemplo, o inverso de um infinitésimo positivo), então, observa-se que $c - 1$ é também cota superior, pois se não for, existiria um natural n tal que $n > c - 1$, donde $n + 1 > c$, o que contradiz a hipótese, pois $n + 1$ é também um número natural. O mesmo acontece com o subconjunto dos infinitésimos do corpo. Convido-os a provar isso!

Repare-se que o que chamamos de mito da análise real não é o PA senão o ato de atribuir-lhe valor de princípio, o ato de torná-lo verdadeiro na matemática, na análise matemática. Essa adoção foi, para a matemática, um ato de interpretação a respeito da estrutura dessa reta, e sua aceitação como **verdade** uma escolha dessa ciência para tornar lógico um fenômeno de aproximação intuitiva, escolha que pode significar uma limitação da mente humana para **perceber**, para **experienciar**, mesmo que teoricamente, variações mais finas do que os números reais nos permitem. De fato, os números hiper-reais permitir-nos-iam medir essas variações mais finas, mais ainda, **mais** segmentos da reta poderiam ser medidos com esses números. Também, uma geometria hiperbólica baseada nos números hiper-reais não poderia admitir a existência das duas retas limitantes, paralelas a uma reta dada, mencionadas acima.

A PROPRIEDADE ARQUIMEDIANA DA RETA REAL E SEU SIGNIFICADO EPISTEMOLÓGICO

A propriedade arquimediana ou Princípio de Arquimedes (PA), é ingrediente fundamental, como já mencionado, na construção da chamada **reta real** em que se fundamenta a análise real. Ele é formulado, em termos numéricos, da seguinte maneira:

- a) dados os números reais a e b com $0 < a < b$, existe algum inteiro positivo n tal que $na > b$. A natureza desse princípio pode ser compreendida, ou melhor, a intuição sobre esse princípio pode ser adquirida apelando a diversos de seus equivalentes que listamos na sequência;

- b) se a é um número real positivo, existe pelo menos um número racional r tal que $0 < r < a$;
- c) se a é um número real tal que $0 \leq a < r$ para todo número racional positivo r , então, $a = 0$;
- d) se a e b são números reais tais que $a, b \in]r, s[$ para quaisquer racionais r e s com $r < s$, então, $a = b$;
- e) a sequência $1/n$ (onde n é um número inteiro positivo) tende a zero para n tendendo a ∞ ;
- f) o conjunto \mathbb{N} dos números naturais não é limitado superiormente no conjunto dos números reais.

O PA, especialmente na versão (e), tem diversas consequências tanto aritméticas quanto geométricas. Dentre as consequências aritméticas podemos citar as seguintes:

- a) ele está na base da demonstração de que $0,999\dots = 1$;
- b) em forma mais geral, está na base da demonstração de que se $\{r_n\}$ é uma progressão geométrica de números reais positivos de razão d , com $0 < d < 1$, isto é, $r_n = r_0 d^n$ para $n \geq 0$, então, a soma dos infinitos termos da progressão é dada por $S = r_0 / (1 - d)$;
- c) mais ainda, o PA justifica o fato de que, se $s = a, d1d2d3\dots dn\dots$ é a expressão decimal de um número real e $\{r_n\}$ é a sequência de números racionais formada por $r_0 = a$; $r_1 = a, d1$; $r_2 = a, d1d2$; ... $r_n = a, d1d2d3\dots dn$; entre outros, então $s = \lim r_n$, isto é, todo número real é o limite da sequência de racionais constituída pelas suas expressões decimais truncadas.

Na realidade, o PA sustenta grande parte da teoria da convergência de sequências e séries e cria possibilidades para as propostas de construção do sistema de números reais a partir dos racionais através das sequências de Cauchy ou dos cortes de Dedekind.

Do ponto de vista intuitivo, a versão (e) do PA reflete a ideia de que a sequência $\{1/n\}$, pensada como uma coleção discreta de pontos da reta, pode pular para zero no infinito.

Também, a igualdade $0,999\dots = 1$ ilustra o caráter aproximativo que o PA promove para a nossa intuição. Na realidade, essa é uma falsa igualdade que o Princípio de

Arquimedes força a ser uma identidade. Se não assumirmos o PA como estruturante da reta, poderia acontecer que a diferença entre 1 e 0,999... seja um infinitésimo não nulo.

Com efeito, a negação da versão (f) do PA nos possibilita fazer um raciocínio de tipo **infinitesimalista** para compreender a diferença entre 0,999... e 1.

Vejamos: se N é limitado superiormente no corpo ordenado, então existe alguma cota superior ω de N , isto é, $\omega > n$ para todo número natural n . Logo, teríamos $0 < 1/\omega < 1/n$ para todo n (o que já evidencia que a sequência $1/n$ não pode **pular** para 0 no infinito). Daí pode-se deduzir (e convideo-os a fazê-lo) que $0,999... < 1 - 1/\omega < 1$.

Dentre as consequências geométricas do PA, podemos citar a seguinte: ele usa-se, por exemplo, para **aproximar tanto quanto se quiser** o círculo por uma sequência infinita de polígonos inscritos e/ou circunscritos (os quais podemos considerar regulares). Do ponto de vista da intuição geométrica, o PA força(!) entender o círculo como o limite de uma sequência de polígonos inscritos e/ou circunscritos, isto é, transforma, usando termos aristotélicos, o fenômeno em potência da aproximação das áreas dos polígonos à do círculo no fato de identificá-las em ato no limite.

Essa suposta aproximação permitiria concluir que qualquer defeito de áreas (ou de comprimentos) entre o círculo (respectivamente, a circunferência) e os polígonos tende a zero e, portanto, que a área do círculo ou o comprimento da circunferência é o limite das áreas ou dos comprimentos dos polígonos respectivamente. É um salto epistemológico que só o Princípio de Arquimedes pode **explicar** ou **impor** (!). A Figura 1 ilustra um caso de polígono regular inscrito numa circunferência.

É justamente este exemplo que nos levou a questionar: como é possível, para nossa intuição, que uma sequência de polígonos, cada um deles com um número finito de vértices, possa **preencher** no limite todo o círculo se o **polígono limite** teria, no máximo, uma quantidade enumerável de vértices?

Arquimedes usa, em forma exaustiva, o argumento dado acima para dar **concretude** numérica a π (o quociente constante do comprimento de uma circunferência qualquer ao seu diâmetro). Devemos chamar à atenção o fato de que o valor numérico de π como sendo o número irracional (não construtível) 3,1415926... depende fortemente do teorema de Pitágoras na forma de calcular o comprimento do lado de um polígono regular a partir do raio da circunferência que ele aproxima.

O CARÁTER ESTÉTICO DO MITO DA ANÁLISE REAL: O PRINCÍPIO DA SIMPLICIDADE

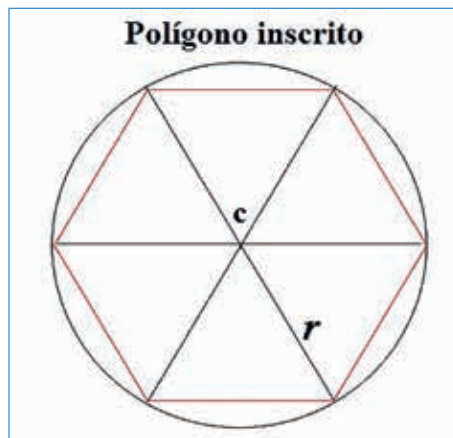


Figura 1 – Polígono regular inscrito numa circunferência

Fonte: PlanCeibal (2015).

Nesta seção, entenderemos por **estética** a ciência do conhecimento sensível (que não deve ser entendido como apenas o conhecimento através da percepção) onde a intuição e a imaginação atuam, contrapondo-o ao conhecimento lógico-formal, onde a razão atua.

Do ponto de vista lógico, a matemática tem como objeto o necessário e o universal, enquanto que, do ponto de vista estético, da intuição e da sensibilidade, a matemática pode lidar também com a imprecisão e a incerteza e lhe bastaria, como objeto, o suficiente e o particular, um particular com características especiais, por exemplo, de universalidade. Um exemplo que ilustra esse fato é o seguinte: é suficiente um certo número finito de termos de uma sequência para **ver** intuitivamente sua regra de formação ou seu limite, cada termo da sequência é um particular, mas a passagem de um termo a outro permite ver a generalidade escondida. O suficiente, devidamente objetivado, poderia delimitar o que deveríamos entender por **aproximado**.

Objetos matemáticos com grande conteúdo estético (sensível) são as sequências (finitas ou infinitas). Esse conteúdo estético manifesta-se, ou revela-se(!), por meio dos

seguintes fatos: elas, por estarem constituídas de objetos múltiplos e numa ordem determinada, sugerem uma **narrativa**, sua condição de **sequencialidade** ou **serialidade**. As sequências contam uma história, um processo, sugerem uma gênese, uma aproximação (num sentido dinâmico mesmo).

Devemos nos apressar em dizer que o estético não é apenas um olhar externo sobre a matemática, acreditamos que existe um conteúdo estético ao interior da própria matemática (CIFUENTES, 2005), estando esse conteúdo ligado ao construtivo, ao processual, ao fenomênico, ao que pode ser **apercebido** pelo intelecto através da capacidade de síntese da intuição.

Devemos pôr em relevo, dentre os aspectos estéticos da matemática, o contexto, a ordem e a simplicidade, também a liberdade. Para Cantor, um dos criadores da teoria dos conjuntos, mais especificamente, da teoria conjuntista do infinito matemático, a essência da matemática reside na sua liberdade, uma característica romântica desta ciência, a qual se manifesta na sua possibilidade de escolha, de interpretação, características justamente qualitativas do conhecimento matemático.

A contextualização dos objetos matemáticos é um fator importante nos processos ligados à sua apreensão pela intuição. Contextualizar um objeto é dar um referencial espaço-temporal, não necessariamente num sentido físico, ao objeto, o seu contexto, de modo que, do ponto de vista estético, o contexto passa a formar parte, como resultado de uma síntese, do próprio objeto (CIFUENTES, 2005). Por exemplo, o contexto de um elemento num conjunto ao qual pertence pode ser o próprio conjunto pensado como totalidade, como agregação, acrescentando às propriedades do elemento a identidade global do conjunto.

Assim também, uma forma de contextualizar uma sequência num contexto espaço-temporal é por meio de uma representação geométrica que permite evidenciar ou visualizar suas simetrias e seu padrão ou moldura.

A matemática grega nos oferece essa componente estética em diversos momentos, sendo explicitada cedo pelos pitagóricos no estudo das propriedades dos números inteiros por meios geométricos. Os pitagóricos classificavam os números inteiros de acordo com as figuras ou configurações que podiam ser formadas com eles, os chamados números figurados ou poligonais, assim temos os números triangulares 1, 3, 6, 10, 15,

..., os números quadrados 1, 4, 9, 16, 25, ..., os pentagonais 1, 5, 12, 22, ..., entre outros, representados na Figura 2.

Por meio dessa representação espacial (e também temporal, pois a sequencialidade sugere o tempo), é possível perceber o **todo maior** da sequência, o geral no particular, que a *Gestalt*, como teoria da organização perceptiva, explica. Por exemplo, cada número triangular incorpora a identidade que o faz pertencer à sequência, no caso a **triangularidade**, tornando possível conjecturar sua lei de formação e prever, ou melhor, prever, sua continuação ou seu limite.

Assim, por exemplo, a sequência 1, 4, 9, 16, 25, ... é constituída pelos chamados de números quadrados ou quadrados perfeitos (denominação que ainda preservamos) dos primeiros inteiros positivos. É por meio da representação geométrica desses números que é possível intuir ou visualizar algumas leis que governam a sequência. Por exemplo, no caso dos números quadrados, podemos perceber que cada um deles é a soma dos números ímpares consecutivos começando em 1, isto é: 1 ou 1 + 3 ou 1 + 3 + 5 ou 1 + 3 + 5 + 7 ou

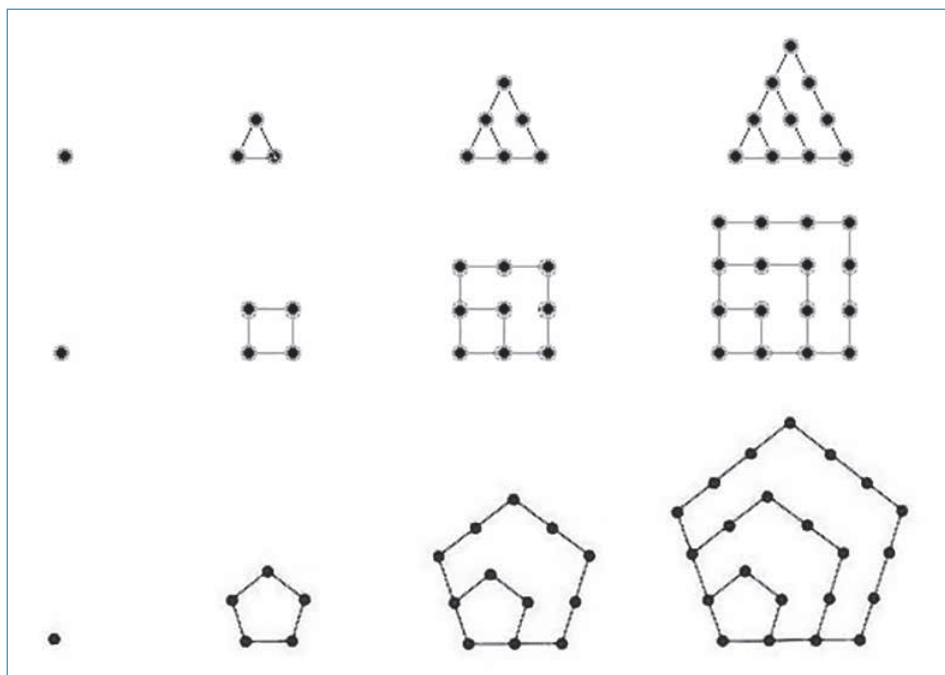


Figura 2 – Números poligonais
Fonte: A autoria própria (2014).

$1 + 3 + 5 + 7 + 9$, entre outros, o que pode ser verificado pela sua configuração espacial. Ou também que é soma de dois números triangulares consecutivos: $1, 1 + 3, 3 + 6, 6 + 10, 10 + 15$, entre outros. Ambas as propriedades fazem parte da **quadralidade** de cada figura particular. É essa **quadralidade** que permite **prever** o próximo termo da sequência, 36, processo que envolve uma outra característica estética da matemática como é a **simplicidade**, o seu recurso apela à nossa capacidade de escolha. O **próximo termo da sequência**, dentre múltiplas possibilidades, é aquele cuja escolha é a mais simples dentro de um certo conjunto de dados contidos nos termos anteriores da sequência.

O caráter estético da simplicidade é explicitado, no século XVIII, por Diderot (1973, p. 178), que afirma: “Tudo o que é comum é simples, porém nem tudo o que é simples é comum. A simplicidade é uma das características da beleza, ela é essencial ao sublime”. A simplicidade não deve ser confundida, então, com o breve, o fácil, o comum.

Goodman (1975) sugere, através de uma abordagem lógica, que as leis científicas, quando expressas matematicamente, são o resultado da aplicação de um argumento de simplicidade, exemplificando esse fato mediante a curva de ajuste de um fenômeno, a qual, construída a partir de uma série discreta de dados, resulta ser a curva mais simples que se ajusta a esses dados, o que permite sua interpolação e extrapolação. Assim, do ponto de vista tanto lógico quanto epistemológico, a simplicidade está na base da possibilidade de predição(!).

O estabelecimento da conclusão de um raciocínio indutivo (não dedutivo) ou de um raciocínio por analogia pode ser considerado um fenômeno de predição e, portanto, regido pelas leis da simplicidade.

A adoção do PA para estruturar a reta geométrica é a utilização explícita de um recurso de simplicidade adotado para evitar conflitos com a intuição do infinito.

O infinito é, então, um dos conceitos que se mostra basilar para a constituição da matemática como um conhecimento lógico e estético, a tal ponto que, para David Hilbert, a análise matemática nada mais é do que uma sinfonia sobre o tema do infinito e, para Hermann Weyl, a matemática toda é a ciência do infinito. Mais ainda, para Kant, o infinito é o nexa entre a matemática e a estética(!), é a ponte entre o conhecimento científico e o conhecimento estético da matemática.

Um dos exemplos mais reveladores de como a simplicidade é usada como argumento na história da matemática, em especial na constituição do conhecimento geométrico, envolvendo novamente a noção de infinito, está relacionado com o postulado V, ou das paralelas, da geometria euclidiana plana e com sua aceitação como verdade no pensamento grego.

Comecemos observando que, para os gregos, a reta geométrica devia ser finita, porém prolongável em ambos os sentidos **quanto se quiser**, isto é, a reta euclidiana seria potencialmente infinita.

Para os gregos, desde Aristóteles, há dois tipos de infinito de diferente conceitualização:

- a) o infinito potencial, ou infinito em potência, exemplificado pelo infinito dos números naturais em sua gênese indutiva, um após o outro sem fim: 1, 2, 3, 4, 5, ...;
- b) o infinito atual, ou infinito em ato, isto é, o infinito acabado, totalizado, captado ou apreendido como totalidade, exemplificado pelo infinito dos números naturais em conjunto, isto é, pensados juntos simultaneamente: {1, 2, 3, 4, 5, 6, ...}.

Na axiomática da geometria euclidiana plana, os dois tipos de infinito aparecem implicitamente nas formulações dos postulados II e V, respectivamente. O postulado II é usualmente expresso da seguinte maneira: **Pode-se prolongar uma reta limitada em ambos os sentidos quanto se quiser.**

Veja-se que a reta grega, como apresentada no postulado II, é infinita em potência, porém não o é em ato, pois, se uma reta for pensada como realizada em sua totalidade, como poderia ser prolongada? Esse postulado tem um certo caráter construtivo devido à operação de prolongamento aí mencionada, o que é típico da axiomática *a la* Euclides.

Contudo, dentro desse espírito construtivo, surge um conflito com o postulado V: o postulado das paralelas requer da reta infinita realizada em sua totalidade.

Ele é enunciado da seguinte maneira: “Se uma reta, caindo sobre outras duas, forma ângulos internos, de um mesmo lado, menores do que dois ângulos retos, en-

tão, essas duas retas, **prolongadas ilimitadamente**, encontram-se do lado mencionado” (EUCLIDES, 2009, p. 98, grifo nosso).

No pensamento axiomático euclidiano, a reta infinita em ato, tal como **exigida** no postulado V, não é sequer **imaginada**, por ser, a sua concepção, problemática do ponto de vista construtivo, pois sua construção envolveria possivelmente um número infinito de passos de prolongamento. Essa problematização manifesta-se no questionamento sobre a aceitação desse postulado, pois ele supõe, a princípio, a construção de uma sequência **suficiente** de prolongamentos de reta que eventualmente poderia ser infinita.

Repare-se que o axioma mencionado afirma a existência do limite do processo de prolongamento, o qual só existiria (existirá) se o infinito de um tal processo (fosse) for um infinito atual e não apenas potencial. O axioma das paralelas é qualificado, então, como não evidente por ser sua verdade não visualizável, não construtível.

Para Euclides é evidente que a reta podia ser arbitrariamente longa, porém não é evidente que ela seja infinita em ato. A aceitação da reta infinita em ato, isto é, como totalidade, é um recurso de simplicidade e, portanto, de caráter estético-qualitativo, é uma interpretação sobre a **realidade espacial** que a geometria estuda, assim como o é o Princípio de Arquimedes.

Os gregos dominaram o infinito potencial, porém aceitaram com receio o infinito atual. Por exemplo, a demonstração da infinidade dos números primos, incluída no livro IX dos Elementos de Euclides (2009, p. 342) - Proposição 20 -, feita por redução ao absurdo, é, na realidade, uma prova da infinidade potencial deles, pois para qualquer coleção finita de primos constroi-se um primo diferente de todos eles.

Modernamente, a prova de que há infinitos números racionais entre dois dados é também uma prova da infinidade potencial deles, pois baseia-se na repetição indutiva da existência de um de cada vez. Com efeito, se a e b são números racionais e $a < b$, tomando $c = (a + b)/2$, temos que $a < c < b$. Esse processo repetido sucessivamente em intervalos cada vez menores, por exemplo $[a, c]$ ou $[c, b]$, nos dá um conjunto de números racionais entre a e b infinito em potência. A propriedade de *densidade da reta* racional só requer, então, do infinito potencial.

Em contraste, a demonstração, *a la* Cantor, da existência de números irracionais entre dois racionais dados, usa argumentos de cardinalidade mostrando de fato que

existe em ato um conjunto infinito de irracionais nesse intervalo. Como consequência, temos que a propriedade de **continuidade da reta** real, em contraste com sua densidade, envolve, sim, o infinito atual.

Ainda, no caso das sequências, a aceitação da **existência** de uma sequência infinita como coisa terminada é, também, resultado de um recurso de simplicidade como o é a aceitação do infinito em ato. O estatuto ontológico dos números irracionais baseia-se nisso, por exemplo, o número irracional $\sqrt{2}$ só existe na medida em que sua expressão decimal for admitida completa e terminada na sua infinitude.

Nesse contexto, é conveniente fazer a seguinte digressão: embora a expressão decimal de um número real seja uma representação do número (na base 10), assim como sua expressão em qualquer sistema de numeração, os números irracionais têm mesmo estatuto ontológico como uma expressão infinita e não periódica em todo sistema de numeração. Isto é, um número irracional é irracional em todo sistema de numeração. Com os números racionais acontece algo diferente. Mesmo que alguns deles tenham uma expressão infinita (periódica) em alguma base, existirá sempre outra base em que sua expressão seja finita, isto é, todo número racional tem uma expansão finita em algum sistema de numeração. Por exemplo, o número racional $5/9$ é igual a $0,555\dots$ em base 10, porém, em base 3 é igual a $0,12$. A análise matemática clássica, baseada nos números reais, independe, então, do sistema de numeração de base.

Na análise matemática clássica, o resultado de um processo de passagem ao limite é aceito como entidade, apelando a um argumento de simplicidade, desde que seja aceito o infinito atual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como vimos neste capítulo, na compreensão do conceito de **número real** são relevantes noções como as de **infinito**, **incomensurabilidade**, **cardinalidade**, entre outras, e suas relações, muitas delas de caráter epistemológico. O principal problema, do ponto de vista pedagógico, é como transpô-las para o ensino nos diversos níveis da educação matemática, especialmente para a educação básica. Esta constatação se mostra como um campo aberto à pesquisa em educação matemática.

A constituição teórica da reta real como fundamento da análise matemática clássica, principal assunto deste capítulo, é um exemplo importante de argumentação no campo do conhecimento qualitativo em matemática, permitindo um aprimoramento do pensamento analítico e geométrico do professor em formação e uma melhor compreensão dos resultados das aplicações, na medida em que atos de interpretação estão envolvidos.

Sintetizando, o mito da análise real apresenta-se como um processo teórico de constituição do conhecimento matemático e, como tal, podemos entendê-lo, numa primeira aproximação, como a passagem do intuitivo ao lógico, do epistemológico ao ontológico. Mais ainda, é um processo criador que produz juízos sintéticos a priori, na denominação de Kant, para a matemática, juízos que, do ponto de vista da lógica matemática moderna, permitiriam decidir em um sentido ou em outro, sobre a estrutura de um certo universo, situações virtualmente indecíveis. Na linguagem kuhniana, o mito da análise real pode ser considerado como a consolidação de um paradigma no conhecimento matemático construído no século XIX, paradigma que substituiu a forma geométrica de pensar a matemática por uma forma aritmética, dando ênfase aos números reais nessa construção.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2003.

BACHELARD, G. *O novo espírito científico*. 3. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2000.

BOURBAKI, N. *Elementos de história de lãs matemáticas*. Madri: Alianza Editorial, 1972.

CIFUENTES, J. C. Do conhecimento matemático à educação matemática: uma 'odisseia espiritual'. In: CLARETO, S. M.; DETONI, A. R.; PAULO, R. M. (Org). *Filosofia, matemática e educação matemática: compreensões dialogadas*. Juiz de Fora: UFJF, 2010.

CIFUENTES, J. C. O 'salto arquimediano': um processo de ruptura epistemológica no pensamento matemático. *Scientiae Studia – Revista Latino-Americana de Filosofia e História da Ciência*, v. 9, n. 3, p. 645-667, 2011.

CIFUENTES, J. C. Uma via estética de acesso ao conhecimento matemático. **Boletim do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática**, Rio de Janeiro, n. 46, p. 55-72, jan./jun. 2005.

DIDEROT, D. De la grace, de la négligence et de la simplicité. In: DIDEROT, D. **Traité du beau, suivi de essai sur la peinture et pensées détachées sur la peinture**. Verviers: Éditions Gerard & Co., 1973.

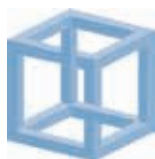
EUCLIDES. **Os elementos**. São Paulo: UNESP, 2009.


GOODMAN, N. Ciência e simplicidade. In: MORGENBESSER, S. (Org.). **Filosofia da Ciência**. São Paulo: Cultrix, 1975.

HILBERT, D. **Fundamentos da geometria**. Lisboa: Gradiva, 2003.

LORENZO MARTÍNEZ, J. A ciência do infinito. **Scientific American Brasil Especial**, n. 15, p. 6-13, [200-].

PLANCEIBAL. 2015. Disponível em: <www.ceibal.edu.uy/userfiles/P0001/ObjetoAprendizaje/HTML/131014_uti_poligonos.elp/inscritos_y_circunscritos.html>. Acesso em: 31 out. 2015.





**TECNOLOGIAS E PRÁTICA
PEDAGÓGICA EM MATEMÁTICA:
tensões e perspectivas evidenciadas
no diálogo entre três estudos**

*Adriana Richit
Luciane Ferreira Mocrosky
Marco Aurélio Kalinke*



INTRODUÇÃO

Discussões sobre as mudanças deflagradas pela crescente presença das tecnologias digitais¹ nos contextos social, cultural e educacional ganharam espaço ao longo das últimas décadas, motivando estudos em diversas áreas do conhecimento. Com isso, pesquisas que buscam compreender e discutir a presença e o uso das tecnologias nos processos educacionais têm assumido relevância no cenário acadêmico e educacional, ao tempo que seus resultados oferecem novas compreensões sobre o modo como esses recursos impactam em diferentes aspectos, tanto do ensino quanto da aprendizagem, em especial na prática docente e na produção de conhecimento.

No âmbito da educação matemática, enquanto campo científico, o movimento de estudos que discutem o papel das tecnologias na abordagem da matemática caracteriza uma de suas tendências predominantes, comumente chamada de novas tecnologias e educação matemática. Contudo, há pesquisas desenvolvidas na perspectiva de outras tendências, como a modelagem matemática, formação de professores e filosofia da educação matemática, que discutem as especificidades das práticas pedagógicas em matemática com o uso das tecnologias. Tais estudos têm propiciado novas compreensões acerca das implicações da inserção destas no processo de produzir novos conhecimentos (BICUDO; ROSA, 2010; MALTEMPI, 2008; KENSKI 2007; BORBA; VILLARREAL, 2005; BORBA; PENTEADO 2001).

Nessa perspectiva, as pesquisas que investigam essa temática disseminaram-se e assumiram relevo no cenário acadêmico, evidenciando a sinergia entre pesquisa, formação e prática docente em matemática, conforme sinalizam os estudos de Richit (2010), Bairral (2007), Simião (2006), Costa (2004), Penteado (2004), Ponte, Oliveira e Varandas (2003), entre outros. Constata-se, com os estudos referenciados, que, de um modo geral, eles acenam para dois caminhos:

- a) o primeiro enfatiza a trajetória rumo à democratização do acesso às tecnologias, haja vista os investimentos que têm sido realizados no sentido de promover a alfabetização e inclusão digital;

¹ Por tecnologias digitais estamos nos referindo às tecnologias em geral, como softwares, calculadoras, simuladores, planilhas de cálculo, bem como a tecnologia informática associada à Internet.

b) o segundo aponta a lacuna ainda existente no que concerne ao modo como os docentes atentam para o uso das tecnologias em educação, assim como na compreensão que têm demonstrado sobre a aprendizagem dos estudantes quando utilizados recursos tecnológicos em atividades pedagógicas.

Por essas constatações, consideramos que as mudanças socioculturais, mobilizadas pela presença das tecnologias no cotidiano das pessoas, estendem-se para a escola e deflagram formas diferentes de pensar e conduzir a prática pedagógica e, sobretudo, modificam as relações interpessoais que se estabelecem nesse cenário, bem como as relações com o conhecimento. Esse movimento de pensar **sobre e para** a prática pedagógica não se dá alheio à participação do aluno e do professor. Antes, enlaça múltiplos elementos, os quais perpassam, necessariamente, a formação profissional docente. Pautados nessas concepções e nos resultados dos trabalhos de Kalinke (2009), Richit (2005) e Mocrosky (1997), buscamos analisar e explicitar como alunos, professores e futuros professores de matemática, em diferentes momentos e contextos socioeducativos, percebem o uso pedagógico de tecnologias em atividades de matemática e como estão compreendendo a utilização da tecnologia, por si, pelos seus pares e pelos professores.

Nos trabalhos analisados, ressaltamos a sintonia entre pesquisa, formação e prática docente, procurando apresentar perspectivas para as práticas pedagógicas em matemática, bem como para a formação inicial e continuada de professores, a partir dos resultados desses estudos e das reflexões mobilizadas pela análise entrelaçada dos mesmos. Para tanto, iniciamos abordando alguns aspectos da presença das tecnologias na sociedade e nas atividades socioculturais e profissionais das pessoas, tomando o processo de desenvolvimento desses recursos como solo para explicitar as compreensões de professores, bem como futuros professores, sobre o modo como são encaminhadas e conduzidas práticas pedagógicas em matemática em ambientes permeados por tecnologias.

REFLEXÕES SOBRE A PRESENÇA E O PAPEL DAS TECNOLOGIAS NA PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO E DESENVOLVIMENTO DAS SOCIEDADES

O termo tecnologia, amplamente utilizado em todos os segmentos da sociedade, pode ser compreendido sob diferentes perspectivas, das quais um possível significado

pode ser evidenciado ao perseguirmos o tema em alguns relances da história da humanidade. Por esse viés, o da visibilidade histórica, o que se evidencia imediatamente é o caráter instrumental e antropológico com que a tecnologia se apresenta, embora, em sua abrangência, esse termo comporte um modo de ser no mundo, uma vez que transforma o pensamento humano, as concepções sobre inteligência, assim como incide sobre o relacionamento entre os atores sociais – homem, máquina, objetos, técnicas e outros recursos com os quais estamos no mundo.

A busca do homem por conhecer e dominar técnicas, as quais de alguma maneira asseguravam sua sobrevivência, se faz presente na história da humanidade. No filme *La Guerre du Feu* (A GUERRA DO FOGO, 1981), nos deparamos com um esboço de um panorama que retrata a necessidade de domínio de técnicas: no caso, o fogo, que serviu como elemento agregador e disparador de ações conjuntas dentro de um grupo de indivíduos, se revelou como o desafio a ser encarado. A dificuldade encontrada em manter uma chama acesa, ou fabricá-la, criou o mito: o fogo e sua manutenção. Contudo, esse mito desaparece com o domínio de técnicas que possibilitam realizar o antes desconhecido processo de iniciar o fogo e com a divulgação desse conhecimento, que possibilita a perpetuação de algo então dominado pela socialização. Uma vez que já se sabia iniciar o fogo, outros elementos se fizeram possíveis conhecer e desenvolver, partindo daquilo que já era dominado. Novos mitos apareceram e, por sua vez, deram origem a outros, como uma rede complexa, na qual mudam os centros de interesse de acordo com o desenvolvimento e necessidade de cada cultura, em seus diferentes momentos históricos.

Ainda, no curso da história da humanidade, se tomarmos como referência o período de oito a quatro mil anos antes de Cristo, vemos que é nessa época que surgem a roda e os primeiros vislumbres da agricultura. Elas trouxeram consigo novas possibilidades de desenvolvimento e a necessidade de conhecimentos mais complexos, novas técnicas e a criação e utilização de instrumentos mais elaborados. Esse fato marcou a transição das organizações grupais de nômades para sedentárias. Com isso, a diversificação das atividades tornou-se crucial para a sobrevivência das pessoas, inaugurando novos rumos de desenvolvimento.

Com o crescimento populacional, ocorreram mutações na estrutura social das comunidades e descobertas de técnicas diferenciadas, constituíram-se novos ramos de trabalho, surgiram novas formas de registrar e preservar a história das sociedades, bem como de produzir conhecimentos. Tais mudanças não se sobrepuseram ao que era utilizado até então, mas, sim, deflagraram um processo de evolução² tecnológica, por meio do qual os recursos e técnicas existentes sofreram modificações visando atender às necessidades sociais, culturais e econômicas das sociedades, propiciando, também, o aparecimento de novos recursos e formas de utilização das tecnologias que surgiam.

Do mesmo modo, o aumento da população das comunidades e cidades, somado à diminuição dos recursos naturais, tais como alimentos, produtos comerciáveis e, sobretudo, minerais valiosos, desencadeou um movimento de conquistas de novas terras e a descoberta de novas rotas marítimas. Essas necessidades fomentaram o desenvolvimento de novas e mais complexas tecnologias, que permitiram grandes avanços na navegação e a descoberta de novos territórios e ampliação das fronteiras até então conhecidas. O acúmulo de conhecimentos, a necessidade de aumento da produção, da diminuição de distâncias e a evolução das tecnologias levou a humanidade à Revolução Industrial.

Olhando para nosso tempo, verificamos que o desenvolvimento das mais diversas tecnologias tem permitido conquistas que transcendem as fronteiras daquilo que se considerava possível à ação humana. Novas ideias e teorias, incluindo as matemáticas, associadas ao desenvolvimento das tecnologias de comunicação e as tecnologias aeroespaciais, dentre outras áreas de conhecimento, nos permitem ampliar a busca pela compreensão da origem da vida e, sobretudo, expandir nossas conquistas para além das fronteiras do nosso planeta. Na dimensão dos processos sociais e educativos, as tecnologias permitem a transcendência dos espaços e tempos em que se dão as relações e práticas sociais.

Por esses rápidos lances, compreendemos que a presença e a importância da tecnologia para o desenvolvimento das sociedades, perpassa, inevitavelmente, a ampliação das formas de produzir conhecimento. Entretanto, as novidades por ela geradas desencadeiam mudanças de comportamento nas pessoas e na relação entre os sujeitos sociais. Representar ideias, transmitir informações, interagir com o outro, registrar e armazenar

2 Por evolução estamos entendendo o processo que vai se complexificando, se modificando, evoluindo no sentido de mudança, não atribuindo juízo de valor no sentido de ser melhor ou pior.

a história são comportamentos presentes na atividade humana. O que se modifica, de época em época, é o modo como as coisas se presentificam e o seu impacto na sociedade.

Do ponto de vista filosófico, Lévy (1993, 1998, 1999) nos mostra a influência das tecnologias de comunicação na formação e desenvolvimento cultural e intelectual das pessoas, na evolução das sociedades e culturas e no modo como as pessoas se relacionam entre si e com o conhecimento. Ele nos apresenta três momentos, por ele chamados de **Os três tempos do espírito**, que subsistem, interagem e se refletem sobre o raciocínio, o pensamento e a inteligência, os quais são denominados: oralidade (primária e secundária), escrita e informática.

Para Levy (1993), quando a comunicação se pautava unicamente na oralidade primária, a memória humana, com característica predominantemente auditiva, era o sentido orientador para a propagação e garantia de continuidade de uma técnica, de uma tradição, de um conhecimento. A palavra falada era a responsável pela comunicação formal e informal, ou seja, pelo diálogo cotidiano e pela perpetuação da história e costumes dos grupos. Os cidadãos mais experientes transmitiam os ensinamentos, e a inteligência era, na maioria dos casos, determinada pela memória. Assim, para manter viva uma informação, era preciso uma retomada constante dos fatos e, para facilitar esta tarefa, faziam-se conexões da informação com outros fatos, problemas emocionais e familiares, esquemas pré-estabelecidos muitas vezes através de músicas, lendas, mitos e dramatizações, para favorecer a preservação dos fatos e conhecimentos na memória.

Com o desenvolvimento da escrita, estilos de pensamento diferentes emergiram. Contudo, com o advento dessa nova tecnologia, a oralidade não foi abandonada. Ela foi incrementada e ampliada, trazendo novas possibilidades para a produção de conhecimentos e para a evolução das sociedades, pois a escrita substituiu a repetição imprescindível na oralidade e alterou socialmente o tempo e o saber. A evolução da escrita, dos tabletes de argila para o papiro, e para o papel, apenas para destacar os seus principais substratos históricos, também trouxe mudanças na forma de produzir e transmitir conhecimentos (SOARES, 2002).

Por essa perspectiva, as sociedades garantiam a permanência das informações e de leis que sobreviviam havia gerações, o registro de costumes e dos conhecimentos socialmente produzidos. Em outras palavras, a universalidade foi instaurada, e a mensagem fi-

cou separada do meio que o produziu, o que passou a exigir constante interpretação das expressões registradas.

No contexto do saber teórico, a memória não mais possui a relevância que tinha na oralidade; ela se tornou mais objetiva, distanciada do sujeito, pois a perpetuação e garantia de permanência das informações passou a ser viabilizada pelo registro escrito, que assegurava a ampliação do número de informações - agora não mais necessariamente interconectadas com outros fatos, emoções, problemas pessoais, ou qualquer outro artifício que garantisse sua permanência e propagação, a exemplo, da dramatização e da música.

Em sua nascente, os manuscritos continuavam com os mesmos esquemas da comunicação oral, baseados em perguntas e respostas, discussões de causa e efeito. Entretanto, novas dimensões para os textos foram traçadas com a impressão. Alargaram-se as possibilidades, tornou-se viável a reprodução fiel do trabalho de um autor, o passado deixou de ser o alvo para as informações, podendo ser retomado e o foco das atenções foi voltado para o presente. Com isso, iniciou-se um processo de construção do conhecimento, que se amplia no tecer de uma rede em que se situam as indagações e interesses que mobilizam o homem e as sociedades.

Assim como a escrita veio ampliar as possibilidades estabelecidas pela oralidade, a impressão ampliou as da escrita, e a informática segue o mesmo caminho, complementando as possibilidades oferecidas pelas tecnologias anteriores. Uma nova tecnologia não elimina a(s) anterior(es). Ela a(s) incorpora, e ambas se desenvolvem de forma integrada. A escrita não eliminou a oralidade, do mesmo modo que o cinema não eliminou o teatro, que a televisão não eliminou o cinema e que a Internet não eliminará as salas de aula. Acontece uma mudança na percepção existente sobre as tecnologias anteriores e uma adaptação, identificando novas possibilidades, perspectivas e formas de desenvolvimento.

Embora, a princípio, o uso da informática se limitasse ao trabalho envolvendo cálculo e estatística, rapidamente essa tecnologia, combinada às tecnologias de comunicação, assumiu importante papel como meio de comunicação em massa, favorecendo o registro, armazenamento e publicização de informações, bem como ampliando as possibilidades de acesso e produção de conhecimentos.

As mudanças deflagradas pelo desenvolvimento tecnológico, sobretudo no âmbito das tecnologias relacionadas à Internet, culminaram em processos de mudança substancial

no pensamento que, na perspectiva traçada por Lévy (1999), se dá em uma rede, na qual neurônios, módulos cognitivos, humanos, instituições de ensino, língua, sistemas de escrita, livros e computadores se interconectam, transformam e traduzem as representações.

Apesar da importância das inovações e dos processos diferenciados que as tecnologias possibilitam, a resistência em apropriar-se desses recursos permanece em determinados grupos sociais, culturais ou profissionais. O ambiente educacional é frequentemente colocado entre aqueles que são refratários às inovações tecnológicas (KALINKE, 2003; CHASSOT, 1997; MOCROSKY, 1997). Essa resistência assenta-se, entre outros, nos pressupostos de que a tecnologia é geradora de mudanças hierárquicas no ambiente escolar, que o seu uso prejudica o desenvolvimento do raciocínio lógico matemático e que deve ser apenas lúdico. Nesse entendimento, acreditava-se que a televisão iria distanciar as pessoas, prejudicar a capacidade interpretativa e substituiria a leitura, marcando o fim do livro; a máquina fotográfica acabaria com a arte da pintura; a filmadora colocaria em desuso a máquina fotográfica; a calculadora suprimiria a capacidade de o indivíduo pensar matematicamente e, juntamente com o computador, levaria a um processo de desvalorização do conhecimento matemático formal. Percebe-se, nesta perspectiva, uma clara ligação com a ideia de que uma tecnologia elimina a anterior e a torna desnecessária, fato já apresentado como não verdadeiro.

Aspectos relacionados ao modo como se dá a incorporação das tecnologias nos processos educativos têm motivado o desenvolvimento de pesquisas, sobretudo no âmbito da educação matemática. Contudo, ainda há lacunas que levam à necessidade de estudar, entre outros tópicos, a concepção e a formação dos professores e futuros professores frente à inserção das tecnologias na prática pedagógica em sala de aula e às mudanças que a sua presença e utilização deflagram nesse contexto, sem desprezar o entendimento dos alunos sobre elas. Frente a essa realidade, entendemos que pesquisas com estes focos investigativos ganham relevância.

Sobre a utilização das tecnologias em educação, ressaltamos que, pedagogicamente, essa iniciativa pressupõe transcender o saber manusear esses recursos, de modo que o conhecimento da tecnologia supere os primeiros passos, os quais dizem respeito à alfabetização tecnológica. Para Schaff (1995), a massificação do uso da tecnologia é necessária, mas não é suficiente; é preciso mais, é preciso promover níveis mais sofisti-

cados de compreensão a seu respeito. É nesse viés que vislumbramos a relevância das pesquisas sobre o tema da formação docente, inicial e continuada, na superação dessas crenças e concepções e na criação de uma cultura de uso das tecnologias na escola, na formação de professores e na prática de sala de aula.

Para tanto, é preciso conhecer e compreender como alunos, professores e futuros professores entendem o papel das tecnologias nas práticas pedagógicas em matemática, identificando fatores que sinalizem direções para atividades formativas e para a prática docente em matemática com tecnologias. Ressaltamos que essas ações de compreender e vislumbrar as possibilidades das tecnologias na formação e prática docente em matemática perpassam, inevitavelmente, a realização de estudos, evidenciando a sinergia entre pesquisa, formação e prática docente.

EXPLICITANDO ASPECTOS METODOLÓGICOS

Na tentativa de colaborar com o enfrentamento das complexidades advindas da presença da tecnologia na vida das pessoas e de sua inserção na escola, as pesquisas realizadas por Mocrosky (1997), Richit (2005) e Kalinke (2009) nos auxiliam e apontam para compreensões mais aprofundadas a esse respeito. Percebemos que, quando analisadas em conjunto, há uma sintonia entre elas, possibilitando uma visão mais abrangente dos problemas analisados do que aquela conseguida com a análise individual e isolada de cada um dos estudos citados. No que concerne ao uso de tecnologias e educação matemática, Mocrosky (1997) analisou a concepção de professores de matemática, Richit (2005) analisou a formação de futuros professores e Kalinke (2009) investigou o uso da linguagem matemática e ambientes *web* médio.

Estes trabalhos e as pesquisas com as quais buscamos a interlocução foram desenvolvidos adotando-se a abordagem qualitativa, segundo a concepção de Bicudo e Espósito (1994), Denzin e Lincoln (2000) e Goldenberg (2003). Para a análise realizada neste texto, conduzida também na perspectiva qualitativa, pesquisa qualitativa é concebida como:

[...] uma atividade estabelecida que situa o observador no mundo. Ela consiste de um conjunto de práticas interpretativas que tornam o mundo visível. Estas práticas transformam o mundo. Elas traduzem o mundo em uma sucessão de representações, incluindo notas de campo, entrevistas, conversas, fotografias, gravações e memorandos de interesse próprio.

Neste nível, pesquisa qualitativa envolve uma abordagem interpretativa e naturalística do mundo. Isto significa que pesquisadores qualitativos estudam coisas em seu ambiente natural, tentando dar sentido ou interpretar o fenômeno em termos do significado que as pessoas atribuem a eles (DENZIN; LINCOLN, 2000, p. 3, tradução nossa).

Para desvelar a compreensão de alunos, professores e futuros professores de matemática sobre o uso pedagógico de tecnologias, foram utilizadas entrevistas no estudo de Mocrosky (1997), Richit (2005) e Kalinke (2009), lançando-se mão de questionários, entrevistas e gravações em áudio.

Ao analisarmos os delineamentos e resultados desses estudos, identificamos convergências no modo como alunos, professores e futuros professores de matemática entendem o uso de distintas tecnologias e sua implementação em ambientes educacionais. Ademais, essas compreensões apontam direções possíveis que podem fomentar práticas e estratégias pedagógicas baseadas no uso desses recursos.

Compreender como o aluno e o professor vivenciam a presença de tecnologias ao longo de sua trajetória escolar e formação profissional, assim como no seu ambiente de trabalho e sobre como essas podem influenciar a prática de sala de aula é, a nosso ver, essencial no que se refere à viabilização de mudanças nas práticas pedagógicas em matemática. Tais mudanças, em muitos casos, são motivadas e orientadas pelas inovações tecnológicas e pelas modificações deflagradas pelas tecnologias. Em outros casos, podem ser incentivadas, sugeridas ou até mesmo cobradas pelos alunos.

TECNOLOGIAS NA PRÁTICA PEDAGÓGICA EM MATEMÁTICA: TENSÕES E PERSPECTIVAS CONSTITUÍDAS A PARTIR DA ANÁLISE DE TRÊS ESTUDOS

Em nosso cotidiano de professores e pesquisadores, compreendemos que as inovações tecnológicas trazem consigo implicações que se refletem na sociedade, nas manifestações culturais e no estilo de vida das pessoas, conforme preconiza Lévy (1993, 1998, 1999). Diante disso, consideramos que, na educação, é essencial compreender as mudanças sociais, históricas e culturais e seu impacto nos modos de produzir conhecimentos, bem como posicionar-se diante das possibilidades anunciadas pelos recursos advindos do desenvolvimento tecnológico e das novas diretrizes político-educacionais.

Além disso, concordamos com Lévy (1998, p. 27), ao atestar que “[...] antes mesmo de influir sobre o aluno, o uso dos computadores [...]”, bem como outros recursos possibilitados pelo desenvolvimento tecnológico, “[...] obriga os professores a repensar o ensino de sua disciplina”.

Apoiados nesses pressupostos, acreditamos que a inserção de tecnologias no contexto da escola pode favorecer a participação social das pessoas, seja no âmbito da instituição escolar ou nas práticas sociais externas. Somos partidários também de que as mudanças na prática pedagógica solicitam reflexões ancoradas no entendimento que os envolvidos, no nosso caso em particular de matemática, têm sobre o uso da tecnologia no ensino, em favor da aprendizagem da matemática.

Esse entendimento nos conduziu a pensar a ação pedagógica para a efetivação da prática docente, buscando uma síntese compreensiva de estudos que efetuamos, em contexto e momentos distintos, sobre modos como alunos, professores e futuros professores percebem o uso da tecnologia na matemática. Enquanto os profissionais focaram a sala de aula e suas práticas cotidianas, vimos que os estudantes se puseram a pensar no modo como poderiam articular aquilo que estavam aprendendo na universidade em uma futura atuação docente. Estes trouxeram em seus discursos um exercício comparativo entre o **que** e o **como** os conteúdos que estavam estudando foram trabalhados em sua escolarização prévia. Esse aspecto, a nosso ver, é relevante, visto que evidencia o modo como as vivências prévias com tecnologias e as práticas dos professores na escola e na formação inicial influenciam as concepções e práticas de futuros professores. Além disso, de alguma maneira, as práticas e posturas dos licenciandos refletem práticas e posturas de professores que marcaram sua trajetória escolar, uma vez que também nos tornamos professores experienciando modos de ser professor daqueles que foram nossos mestres.

Aos professores coube refletir sobre suas práticas, pensando na possibilidade de as calculadoras estarem em sala de aula. Aos futuros professores essa reflexão foi ocorrendo durante a prática, em um programa intencionalmente elaborado ao ensino formal ou através de entrevistas. Entre os alunos, a presença da tecnologia é entendida como favorável às atividades educativas, pois ela alicerça investigações matemáticas que dão abertura ao aluno para avançar na compreensão de conceitos, rompendo com a linearidade apresentada nos currículos escolares e na abordagem clássica do conteúdo.

De um modo geral, os participantes das pesquisas concordam sobre a importância da presença de recursos tecnológicos nos processos de ensinar e aprender matemática. Entretanto, esse uso exige cautela, para que seja possível conciliar manuseio da máquina, tempo para ensinar o conteúdo previsto na organização curricular e a busca pela sintonia entre as metodologias de ensino e a avaliação da aprendizagem.

No tocante aos docentes, a voz que se fez mais forte é a de que a utilização da tecnologia, em determinadas atividades pedagógicas, não proporciona mudança qualitativa nas práticas pedagógicas, servindo apenas à manipulação técnica de novos instrumentos. Por exemplo, ao considerarem os estudos nos ensinos fundamental e médio, colocam as operações básicas da matemática e seus mecanismos de resolução como a espinha dorsal da abordagem dessa área do conhecimento no ensino fundamental, principalmente nos anos iniciais. Com isso, o uso da tecnologia é avaliado negativamente, por ela se mostrar apenas como facilitadora das atividades repetitivas e como gerenciadora do tempo. Ou seja, o uso desse recurso poderia afastar o aluno dos cálculos escrito e mental e da memorização da tabuada, o que desviaria a atividade pedagógica do objetivo delineado para estes níveis de ensino. Para estes professores, parece lugar-comum colocar as quatro operações como responsáveis pelo fracasso do aluno na escola e em testes seletivos a que o egresso do ensino médio, via de regra, é submetido.

Das inquietações que emergiram, o que se sobressaiu entre os docentes nos leva a questionar: estariam os algoritmos das operações básicas no núcleo da construção de conceitos matemáticos? O uso de calculadoras e *softwares* matemáticos impede a compreensão das operações e conceitos matemáticos? Compreendemos, porém, que as atividades com os algoritmos das operações matemáticas básicas, bem como a agilidade no cálculo mental não garantem a aprendizagem dessas operações e a construção do pensamento algébrico e aritmético subjacente a essas operações. Esse aspecto mostra que as crenças e preconceções dos professores opõem-se às iniciativas pedagógicas baseadas no uso das tecnologias. Portanto, são necessárias ações formativas diferenciadas, nas quais seja possível investigar e refletir sobre as práticas pedagógicas em matemática que se utilizam desses recursos.

No contexto do exemplo citado, o uso da calculadora faz sentido desde que não estejamos limitando os objetivos da educação matemática nos anos iniciais do ensino

fundamental ao processo de resolução de contas. De forma distinta, entendemos a calculadora como um recurso que permita construir o conhecimento necessário para esta resolução, explorando suas possibilidades didático-pedagógicas (MOCROSKY, 1997).

Igualmente, constatamos que tanto professores quanto licenciandos em matemática almejam preparar-se para incorporar à prática docente recursos tecnológicos e ressaltam a necessidade de esses recursos fazerem parte do cotidiano social e profissional das pessoas, para que não sejam utilizados ingenuamente, sob pena de se ter uma visão limitada acerca do papel desses instrumentos nos processos de ensino e de aprendizagem da matemática.

Além disso, no âmbito do estudo de Richit (2005), os futuros professores, ao longo do desenvolvimento dos projetos temáticos, puderam estabelecer paralelos entre o modo como aprenderam matemática na educação básica e como pensam o uso de tecnologia no ensino dessa área do conhecimento. Ao serem questionados sobre a prática docente em matemática assentada no uso de tecnologia, avaliam que os alunos “[...] vão ter mais interesse [...]”, pois “[...] tudo que é tecnologia os alunos [...] gostam mais” (B)³. Também reforçam o papel motivador dos *softwares* no ensino da matemática, assinando que o uso da tecnologia motiva, pois no caso da matemática, disciplina de que poucos gostam, “[...] só de ver os computadores e saber que eles vão conseguir ter uma ideia a mais [...], vai aumentar o interesse” (B).

Esta avaliação se confirma no trabalho de Kalinke (2009), quando os alunos também se manifestaram favoráveis ao uso de tecnologias em atividades de matemática. Eles conseguiram utilizar tecnologias para resolver os problemas propostos desde que tivessem acesso aos recursos necessários, tais como calculadoras, *Microsoft Equation*, tabela de símbolos, entre outros.

Do mesmo modo, os depoimentos dos sujeitos engajados nos estudos mostram que mudanças metodológicas são encaradas com certa resistência. Alunos, professores e futuros professores consideram que a prática pedagógica em matemática precisa, primeiramente, contemplar a abordagem clássica do conteúdo curricular e somente depois buscar incorporar recursos tecnológicos, desenvolvendo estratégias de aprendizagem diferenciadas. Ou seja, na concepção desses sujeitos, as tecnologias digitais são recur-

3 As letras ou números entre parênteses se referem aos alunos ou professores, respectivamente.

tos auxiliares na prática docente, porém não viabilizam a construção do conhecimento matemático. A esse respeito, ao serem questionados sobre práticas pedagógicas que contemplam o uso de tecnologias, afirmam:

É muito útil como meio auxiliar... agora em processo de aprendizagem, sou completamente contra (20.13)

Como professor, eu quero usar este recurso, pelo menos em algumas aulas [...] primeiro eu daria a teoria e depois aplicaria para o aluno poder ver melhor o que ele está estudando. Para ele ter uma ideia melhor. Visualizar, por exemplo, uma cônica. Tem aluno que não consegue visualizar. Então, no computador ele ia visualizar melhor e isso pode ajudá-lo a aprender aquele conceito (E).

Primeiro tem que ter uma preparação, você tem que ensinar, ensinar, ensinar, ter certeza mesmo que ele já sabe (2.3).

Ainda, constatou-se no estudo de Richit (2005), que, mesmo em se tratando de um curso de formação inicial, trabalhando com jovens familiarizados com as tecnologias, a incorporação desses recursos na prática de sala de aula não é facilmente aceita. Isso pode estar relacionado à imaturidade destes alunos e, também, à falta de experiências formativas que os levem a pensar e planejar o ensino e a aprendizagem de conteúdos matemáticos fazendo uso de recursos tecnológicos. Pode, ainda, ser consequência da carência de práticas pedagógicas na licenciatura que promovam o uso contextualizado desses recursos.

Analogamente, o estudo de Mocrosky (1997) mostra que professores que atuam na educação básica, devido à formação que receberam, não se sentem confortáveis para utilizar tecnologias na aula de matemática em função de não disporem de conhecimentos suficientes para lidar com elas e, também, por não saberem articular o uso desses recursos na abordagem do conteúdo curricular. Isto é, receiam não saber lidar com as tecnologias, com o conteúdo matemático e tornar esse trabalho consoante às expectativas dos pais, alunos e da escola. Esse aspecto evidencia, entre outras coisas, o poder limitador do currículo escolar, segundo o qual há prevalência do conteúdo sobre quaisquer outras dimensões da formação do estudante.

A compreensão desses docentes tem contribuído para reforçar a resistência à inserção das inovações tecnológicas nas práticas educativas escolares, pois consideram

que os alunos fazem parte de uma geração influenciada pela cultura da tecnologia e que, portanto, têm mais fluência com as mesmas. Nesse sentido, os professores têm receio de que, ao promoverem sua prática utilizando tecnologias, possam deparar-se com situações embaraçosas ou problemas que não saibam resolver de imediato, temendo que o encaminhamento dado afete negativamente a relação professor-aluno. Contudo, sinalizam que mudanças são importantes e devem ser embasadas por um projeto educacional que favoreça a formação tecnológica dos docentes.

O estudo de Kalinke (2009), por sua vez, evidencia que os processos de linguagem escrita em matemática são diferenciados em ambientes web, de modo que, em algumas situações, o uso desses recursos complexifica os processos desenvolvidos. Nesse sentido, o estudo sinaliza que a mídia assume papel preponderante nos processos de escrita em matemática, aspecto esse que faz ressaltar, de forma contundente, a constatação de que o uso da tecnologia ainda não está sendo realizado de modo a propiciar novas abordagens cognitivas. A tecnologia parece estar sendo utilizada como um complemento em atividades pedagógicas, e não como um diferencial que possibilite novas oportunidades de abordagem e de análise para problemas matemáticos.

A pesquisa conduzida por Richit (2005) aponta, como perspectiva à formação inicial docente em matemática, o entrelaçamento entre a formação específica, tecnológica e didático-pedagógica pelo trabalho com projetos. Na avaliação dos licenciandos, tais atividades podem contribuir na formação tecnológica e docente do futuro professor, porém experiências esporádicas não são suficientes para prepará-lo para usar esses recursos, conforme evidenciado no excerto a seguir:

Como foi o primeiro ano assim, vamos dizer, pra uma formação tecnológica, acho que foi interessante, foi importante, mas não pode parar por aí [...] A gente aprendeu bastante [...], e eu acho que por causa dessa liberdade didática que a gente teve [...] a gente se colocou a erros, a gente se colocou a várias situações, como travar um computador, por exemplo [...], por ter aprendido a explorar o *software*, vou estar preparado para enfrentar alguns imprevistos (E).

A partir da interlocução desses estudos, depreendemos que o uso de tecnologias na prática pedagógica em matemática tem sido concebido de forma reducionista. Tanto os alunos quanto os professores e os futuros professores entendem que o uso das tecnologias é importante na aprendizagem da matemática, à medida que contribuem para

reforçar a abordagem clássica do conteúdo curricular, potencializando a visualização de conceitos, servindo à aplicação prática dos conteúdos e favorecendo a motivação e gerenciamento de tempo.

Em contraposição, entendemos que a mudança deste paradigma passa pelos processos de formação inicial e continuada, quando devem ser promovidas atividades, pelas quais professores e futuros professores possam experienciar e refletir sobre formas de abordar conteúdos curriculares na prática docente escolar utilizando alguma tecnologia, bem como sobre o modo como essas participam da aprendizagem e apropriação de conhecimentos, uma vez que as tecnologias favorecem a interdisciplinaridade, a investigação matemática e a formação de indivíduos criativos.

A simples existência de uma disciplina que trate do uso de tecnologias em cursos de graduação ou de formação continuada não garante e não possibilita que os alunos destes cursos (futuros professores) utilizem novas tecnologias em suas atividades futuras.

Neste sentido, entendemos que as práticas pedagógicas em matemática – seja na educação básica, na licenciatura ou nas ações de formação continuada –, precisam ser repensadas, de modo que sejam contemplados contextos de investigação e discussão sobre o uso de tecnologias no ensino da matemática. As tecnologias digitais precisam ser incorporadas às demais atividades formativas dos estudantes e professores, pois não faz sentido pensar que a educação tecnológica possa ser desenvolvida desvinculada da formação intelectual, acadêmica, cultural ou profissional.

Apoiados nos resultados dos trabalhos analisados, consideramos que as ações educativas escolares ou acadêmicas, bem como as ações formativas de professores precisam favorecer a constituição de uma cultura tecnológica, conforme preconiza Kenski (2007). Além disso, a formação inicial do docente, no âmbito dos cursos de licenciatura, precisa fazer parte desse mesmo movimento, uma vez que o futuro professor pode contribuir nesse processo de mudança na escola.

As mudanças citadas dizem respeito aos encaminhamentos pedagógicos, políticos e estruturais (de recursos) dos cursos de licenciatura e das ações de formação continuada docente. E a viabilização de tais mudanças pressupõe a aceitação e o envolvimento de todos os segmentos nesse processo, conforme preconiza Richit (2010), assim como requer uma cultura tecnológica em educação matemática.

CONSTITUINDO UMA SÍNTESE COMPREENSIVA

Pautados no entendimento de que as tecnologias digitais propiciam mudanças nos modos de produzir conhecimento e nas atividades humanas, assim como trazem novas possibilidades às práticas pedagógicas em matemática, conforme preconizam Borba e Villarreal (2005), Kalinke (2003) e Borba e Penteadó (2001), trouxemos algumas reflexões sobre o papel desses recursos em atividades relacionadas às práticas pedagógicas em matemática.

Segundo os resultados dos estudos apresentados, um dos caminhos para as mudanças na educação, no que diz respeito à incorporação das tecnologias às práticas pedagógicas em matemática, perpassa, essencialmente, a formação de professores, pois é na formação inicial e continuada que futuros professores e professores têm a possibilidade de desenvolver estratégias pedagógicas pautadas no uso desses recursos. As tecnologias digitais, sobretudo aquelas que potencializam a abordagem da matemática, fomentam investigações matemáticas qualitativamente diferentes e, portanto, favorecem a produção e apropriação de conhecimentos em matemática. Estudos, entre eles Borba e Villarreal (2005), Scucuglia (2006), Villarreal (1999) e Rosa (2004), mostram que as tecnologias ampliam as maneiras de investigar e representar conceitos matemáticos diversos. Sobre isso Villarreal (1999, p. 362) acrescenta que as tecnologias propiciam um contexto de investigação para o aprendizado da matemática, uma vez que tal recurso:

[...] pode ser tanto um reorganizador quanto um suplemento nas atividades dos estudantes para aprender Matemática, dependendo da abordagem que eles desenvolvam nesse ambiente computacional. Do tipo de atividades propostas, das relações que forem estabelecidas com o computador, da frequência no uso e da familiaridade no uso e da familiaridade que se tenha com ele.

No contexto educacional, o uso das tecnologias nas práticas pedagógicas em matemática não está somente nos procedimentos utilizados para solucionar determinado problema, mas, também, na aprendizagem, visto que a utilização dos recursos das tecnologias pode conduzir os estudantes a modos diferentes de pensar e produzir conhecimentos. Esses conhecimentos podem ser favoráveis à compreensão e envolvem aspectos como a visualização, a simulação, o aprofundamento do pensamento matemático, a elaboração de conjecturas e validações por parte dos alunos, entre outros.

Scucuglia (2006) aponta que o processo de experimentação e investigação é mais evidente em contextos em que se fazem presentes as tecnologias informáticas e que, além disso, a utilização de tais recursos pode redefinir a abordagem tradicional da matemática. Acrescenta, ainda, que:

[...] pautando-se nessa abordagem de caráter experimental, condicionada por potencialidades das tecnologias informáticas, estudantes podem investigar temas matemáticos com base em argumentações que privilegiam as inferências abduativas, isto é, um enfoque que potencializa a abordagem dos conceitos a partir desses diversos tipos de inferências (SCUCUGLIA, 2006, p. 109).

Além disso, a utilização de tecnologias tais como *softwares* gráficos ou de geometria dinâmica permite ao estudante explorar ativamente determinado conceito ao invés de escrever cálculos meramente processuais, sem compreendê-los. Igualmente, possibilita uma abordagem completamente diferente para a aprendizagem, marcando a transição entre a ação do estudante com a tecnologia e a expressão do compreendido em matemática.

Contudo, sabemos que mudanças na prática docente, de modo geral, não ocorrem deliberadamente. É necessário pensar na formação pedagógico-tecnológica (RICHT, 2010), que diz respeito à formação para uso pedagógico das tecnologias na abordagem de conteúdos curriculares e para o desenvolvimento profissional do professor. Tal formação assume relevância no contexto do movimento de mudanças deflagradas no cenário educacional brasileiro, devido às políticas públicas de informatização da educação e de inclusão digital na escola pública.

Espera-se, por um lado, que a formação inicial do professor de matemática inclua experiências diversas com tecnologias, articulando os conteúdos organizados em unidades curriculares, de modo a promover a integração das distintas dimensões desse processo formativo. Nesse sentido, prática e teoria não são situadas em polos distintos, passíveis de serem tratados em disciplinas específicas isoladas. Antes, são compreendidas como perspectivas de um mesmo movimento que intenciona formar o professor-de-matemática⁴ **por meio** das tecnologias e **para** o desenvolvimento de práticas pedagógicas com tecnologias. Ou seja, teoria e prática fazendo sentido na formação

⁴ Referimo-nos a professor-de-matemática porque entendemos que a licenciatura em matemática intenciona formar o professor de matemática, e não outro, para a educação básica. Desse modo, não tem por projeto formar o matemático que terá a educação como uma especialidade, nem o professor que se especializará em matemática.

do profissional que tem a matemática como o solo de suas interferências pedagógicas. Portanto, as vivências formativas de estudantes da licenciatura deverão contemplar “[...] o uso de tecnologias da informação e da comunicação e de metodologias, estratégias e materiais de apoio inovadores” (BRASIL, 2002, p. 1) de modo que a prática, favorável ao ser-professor-de-matemática, ocorra inserida “[...] no interior das áreas ou das disciplinas que constituírem os componentes curriculares de formação, e não apenas nas disciplinas pedagógicas, todas terão a sua dimensão prática” (BRASIL, 2002, p. 4).

Para além, o enfrentamento das complexidades que se mostram no cenário educacional em relação à temática aqui debatida requer que os programas de formação continuada preparem os docentes para incorporar os recursos tecnológicos às práticas pedagógicas em matemática. Entretanto, esse preparo solicita ir além de iniciativas isoladas. É preciso um projeto permanente que inicie com um programa de familiarização do docente com as tecnologias e do seu uso em atividades específicas, conforme solicitam os docentes e estudantes ouvidos em nossas pesquisas, mas que se dirija à educação matemática tecnológica. Isto é, lançar luz ao ensino voltado à aprendizagem matemática, promovida pelo pensar o conteúdo com o uso dos instrumentos com os quais vivemos em nosso cotidiano, de modo a:

[...] abrimo-nos às possibilidades atuais do pensar o real vivido do mundo-vida, no qual estão os instrumentos tecnológicos, e compreendermos as formas pelas quais a racionalidade se desenvolve e se constitui, para que possamos implementar práticas pedagógicas condizentes com o mundo atual (MOCROSKY, 1997, p. 176).

Para tanto, é imprescindível que o projeto político pedagógico das licenciaturas em matemática e educacionais das escolas contemplem a concepção de educação tecnológica que indique um novo sentido orientador para o ensino da matemática. Isso se faz importante, pois é por intermédio desses planos que novas propostas são visualizadas para, então, serem viabilizadas. Por fim, é urgente uma cultura educação matemática tecnológica e essa, por sua vez, implica uma concepção sobre o papel das tecnologias nas práticas pedagógicas em matemática.

Por acreditarmos que a criação de ambientes de aprendizagem permeados pelas tecnologias e propícios à investigação matemática podem favorecer a construção do conhecimento em matemática, ressaltamos a necessidade do desenvolvimento de

estratégias formativas distintas, baseadas no uso das tecnologias, envolvendo diversos segmentos escolares. Segundo Kalinke (2009, p. 143), “[...] fica clara a necessidade de evolução e de um domínio maior dos sujeitos sobre os recursos e formas de escrita na mídia computador”.

Ainda, a concretização de mudanças educacionais requer que as mudanças nos projetos pedagógicos das instituições educativas e dos projetos de formação de professores sejam assumidas como necessárias, ao tempo que envolvam todos os agentes escolares e, principalmente, que se realizem no âmbito destas instituições, levando em conta as vivências e necessidades coletivas. Esse cenário se abre para a sinergia entre escola e universidade, com potencial de contribuir para o bom aproveitamento das atividades que visam a promover a inserção de licenciandos nas escolas desde o início da graduação. Atividades estas que estão ganhando relevo nas universidades formadoras de professores e estão sendo viabilizadas pelos projetos de extensão, participações em grupos de estudos liderados por pesquisadores, bem como em programas semelhantes ao Programa de Iniciação Científica (PIBIC) e ao Programa de Iniciação à Docência (PIBID).

Sob o mesmo propósito das iniciativas destacadas no parágrafo anterior, outras mudanças têm sido introduzidas nos currículos das licenciaturas, tais como a redefinição das disciplinas de estágio curricular supervisionado e prática de ensino e a incorporação de disciplinas de educação matemática, as quais têm possibilitado ao licenciando práticas diversificadas de ensino e pesquisa no âmbito das novas tendências, dentre elas as tecnologias digitais. Do mesmo modo, há um movimento de mudanças no que se refere à formação continuada, visto que um conjunto de políticas e programas de formação têm sido implementadas. No rol das políticas contemporâneas de educação, aparecem vários programas de incentivo ao uso de novas tecnologias, tais como o Programa um computador por aluno (ProUCA), criado pelo Ministério da Educação (MEC). A partir do ProUCA, foi criado o Programa um computador por educador, que se volta à distribuição de *notebooks* ou *tablets* aos professores da educação básica da rede pública de todo o país, promovendo, simultaneamente, a alfabetização e inclusão digital.

Entendemos que é a partir desse conjunto de ações e políticas que mudanças em educação podem ser concretizadas, dando margem à reelaboração de crenças e concepções que professores e futuros professores trazem consigo sobre as tecnologias nas práticas pedagógicas em matemática.

REFERÊNCIAS

- A GUERRA do Fogo. Direção de Jean-Jacques Annaud. Alemanha: EuroVideo, 1981. 1 videocassete.
- BAIRRAL, M. A. **Discurso, interação e aprendizagem matemática em ambientes virtuais a distância**. Seropédica: UFRJ, 2007.
- BICUDO, M. A. V.; ESPOSITO, V. H. C. (Org.). **Pesquisa qualitativa em educação: um enfoque fenomenológico**. Piracicaba: Unimep, 1994.
- BICUDO, M. A. V.; ROSA, M. **Realidade e ciber mundo**. Canoas: ULBRA, 2010.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e educação matemática**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization**. New York: Springer, 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 abr. 2002. Seção 1, p. 8.
- CHASSOT, A. **Professores e professoras para o próximo milênio**. 1997. Disponível em: <<http://geocities.yahoo.com.br/secdrr/profes.htm>>. Acesso em: 29 jul. 2008.
- COSTA, G. L. M. **O professor de matemática e as tecnologias de informação e comunicação: abrindo caminho para uma nova cultura profissional**. 2004. 171 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. The discipline and practice of qualitative research. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Handbook of qualitative research**. 2nd ed. London: Sage, 2000.
- GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais**. 7. ed. Rio de Janeiro: Record, 2003.

KALINKE, M. A. **A mudança da linguagem matemática para a linguagem web e as suas implicações na interpretação de problemas matemáticos.** 2009. 205 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

KALINKE, M. A. **Internet na educação.** Curitiba: Chain, 2003.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação.** Campinas: Papirus, 2007.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço.** 2. ed. São Paulo: Loyola, 1999.

LÉVY, P. **A máquina universo: criação, cognição e cultura informática.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática.** Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

MALTEMPI, M. V. Educação matemática e tecnologias digitais: reflexões sobre prática e formação docente. *Acta Scientiae*, Canoas, v. 10, n. 1, p. 59-67, 2008.

MOCROSKY, L. F. **Uso de calculadoras em aulas de matemática: o que os professores pensam.** 1997. 199 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

PENTEADO, M. G. Redes de trabalho: expansão das possibilidades da informática na educação matemática da escola básica. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org.). **Educação matemática: pesquisa em movimento.** São Paulo: Cortez, 2004.

PONTE, J. P.; OLIVEIRA, H.; VARANDAS, J. M. O contributo das tecnologias de informação e comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da identidade profissional. In: FIORENTINI, D. (Org.). **Formação de professores de matemática: explorando novos caminhos com outros olhares.** Campinas: Mercado das Letras, 2003.

RICHIT, A. **Apropriação do conhecimento pedagógico-tecnológico em matemática e a formação continuada de professores.** 279 f. 2010. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

- RICHIT, A. Projetos em geometria analítica usando software de geometria dinâmica:** repensando a formação inicial docente em matemática. 2005. 215 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.
- ROSA, M. Role playing game eletrônico:** uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar matemática. 2004. 172 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.
- SCHAFF, A. A sociedade informática:** as conseqüências sociais da segunda revolução industrial. 4. ed. São Paulo: UNESP; Brasiliense, 1995.
- SCUCUGLIA, R. A investigação do teorema fundamental do cálculo com calculadoras gráficas.** 145 f. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.
- SIMIÃO, L. F. As novas tecnologias e a formação continuada de professores:** analisando aprendizagens e processos. 2006. 222 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.
- SOARES, M. Novas práticas de leitura e escrita: letramento na cibercultura. Educação e Sociedade,** Campinas, v. 23, n. 81, p. 143-160, dez. 2002.
- VILLARREAL, M. E. O pensamento matemático de estudantes universitários de cálculo e tecnologias informáticas.** 378 f. 1999. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.



A POSTURA FENOMENOLÓGICA DE PESQUISAR EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Luciane Ferreira Mocosky

*Assumir uma postura fenomenológica é realizar um trabalho sempre intencional [...]
(BICUDO, 2010, p. 45).*



INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é abordar aspectos da pesquisa fenomenológica, dando destaque aos estudos que tenho orientado no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM), da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

A pesquisa, cujos encaminhamentos metodológicos seguem a abordagem fenomenológica, é fundamentada na filosofia inaugurada por Edmund Husserl e seguida por muitos pensadores,¹ como, por exemplo, Heidegger (1996, 1999), Merleau-Ponty (1996) e Gadamer (1999).

Fenomenologia, segundo Heidegger (1999), é uma composição entre as palavras *phainomenon* e *logos*. Fenômeno (*phainomenon*), que tem sua raiz grega em *phainestai* (mostrar-se), significa **o que se mostra em si mesmo** (INWOOD, 2002), distinguindo-se da ilusão e da aparência que algo possa ter, não se restringindo ao que está visível ou o que se apresenta em sua fisicalidade. *Logia* tem raiz grega em *logos* e seu sentido primeiro² é entendido como **tornar manifesto**. Por assim ser, “*Logos* significa [...] ‘fala, discurso’, já que a fala revela aquilo sobre o que se fala. [...] algo como algo [...]” (INWOOD, 2002, p. 65).

Pelo estudo etimológico, Heidegger (1999, p. 65) explicita seu entendimento de fenomenologia como o “[...] deixar e fazer ver por si mesmo aquilo que se mostra, tal como se mostra a partir de si mesmo”. Entretanto, o que se mostra, o fenômeno, se mostra sempre a alguém, a uma pessoa que está atentamente voltada para ver isso que se mostra, buscando por significados com a intenção de que o sentido vá se fazendo: “[...] mais do que dizer que ‘as coisas se mostram’, precisamos dizer que ‘percebemos, estamos voltados para elas’” (BELLO, 2006, p. 18).

Podemos sintetizar que a fenomenologia é uma corrente filosófica que busca o sentido das coisas, sentido esse que vai se fazendo a cada um, numa caminhada autêntica³

1 Cito estes autores porque com eles desenvolvemos nossas pesquisas em Educação Matemática no PPGECM e na rotina de trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), bem como nos grupos de estudos que participo: Fenomenologia em Educação Matemática (FEM), sediando na Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (UNESP) - Rio Claro, Grupo de Estudos e Pesquisa em Formação de Professores (GEForProf-UTFPR) e Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática (GPTEM), sediado na UTFPR.

2 Sentido primeiro, porque *logos* tem outros significados, por exemplo, razão, discurso inteligível, entre outros.

3 Há modos de caminhar e, para Heidegger (1996), a caminhada autêntica é aquela em que nos percebemos fazendo as coisas, vivendo, opondo-nos ao mecanicismo das realizações quando somos tomados pelas atividades rotineiras. Nestas, muitas vezes, supomos dar conta de suas realizações de modo que nos interessamos pela conclusão de algo que precisa

portanto atenta e cuidadosa, na qual seguimos nos dando conta do que fazemos, por que fazemos, atentos ao horizonte para onde estamos intencionalmente voltados.

O DESVELAR FENOMENOLÓGICO⁴

A fenomenologia, para os autores com os quais trabalhamos, é compreendida como uma atitude para conhecer as coisas que se manifestam, do modo como elas se manifestam para quem está atento. Atitude essa que exercita o abandono de juízo de valor a fim de podermos conhecer-compreender o mundo no qual vivemos, bem como nos (re)conhecer neste mundo em que ocorrerem nossas experiências e no qual estamos sempre com os outros.⁵

O mundo fenomenológico é não o ser puro, mas o sentido que transporece na intersecção de minhas experiências com as do outro, pela engrenagem de uma nas outras; ele é portanto inseparável da subjetividade e da intersubjetividade que formam sua unidade pela retomada de minhas experiências passadas em minhas experiências presentes, da experiência do outro na minha (MERLEAU-PONTY, 1996, p. 18).

Nesse sentido, a realidade deste mundo não é dada *a priori*, mas constituída pelo modo de ser de cada um. Isso quer dizer que a realidade, para a fenomenologia, se constitui nos atos intencionais, nas sínteses transitórias do movimento compreensão – interpretação – comunicação, não sendo objetivamente dada. Esse modo de ser tem por solo as experiências vividas, a familiaridade que temos com as coisas, mas também os estranhamentos, pois é no viver que percebemos o mundo, elaboramos nossos projetos e os realizamos. Em fenomenologia:

[...] realidade, então, já não é tida como algo objetivo e passível de ser explicado em termos de um conhecimento que privilegia explicações da mesma em termos de causa e efeito. A realidade, porém, o que é, emerge da intencionalidade da consciência voltada para o fenômeno. [...] A realidade é o compreendido, o interpretado e o comunicado (BICUDO, 1994, p. 18).

ser realizado. Feito, a coisa está pronta, sem nos demorarmos no que ela significa ou pode significar no movimento de sua realização. “Autêntico” não deve ser entendido como um juízo de valor, ao estilo do senso comum. Seu uso é para enfatizar que há modos de caminhar.

⁴ A partir desse tópico, dialogo muito com a pesquisa efetuada no doutorado, orientada pela prof. Dra. Maria Aparecida Viggiani Bicudo (MOCROSKY, 2010). Para que as citações não se tornem repetitivas no texto, desenvolvo o tema e anuncio a tese apenas nas referências deste capítulo.

⁵ Outros, neste caso, não significa apenas pessoas. Para nós que transitamos no mundo da educação, outro se refere, por exemplo, aos nossos pares, alunos, professores, pais, mas também as políticas públicas, os requisitos da vida em sociedade, os modos disciplinares em que a ciência tem se organizado na escola, seus aspectos formativos, entre outros.

Para Heidegger (apud STEIN, 1996, p. 47), a “Fenomenologia consiste em desvelar o que propriamente sempre está em marcha. Esse desvelamento não reside na intelectualidade do sujeito, mas na pré-compreensão do ser pelo ser-aí no homem”.

Esse ser-aí é entendido como o que se apresenta e se faz presente: presença. Mas a **presença**, o ser-aí, não se resume ao **estar-aí**, ou seja, com presença não se diz do estar do homem em algum lugar, nem aos dados de pesquisa estanques - constatados por intermédio de registros históricos ou de falas que reportem certas situações isoladas de sua trajetória - com os quais podemos tirar conclusões, quase sempre apressadas.

Ser-aí e sua compreensão vislumbra o entendimento comum de presença, aquele que usualmente temos em nosso dia a dia indo ao encontro dos modos de a fenomenologia trabalhar. Por isso é importante, nessa hora, lançar luz aos significados de presença que comparecem em nosso cotidiano para com eles avançar no caminho da fenomenologia.

No dicionário de Houaiss e Villar (2001), encontramos **presença** como o “fato de (algo ou alguém) estar em algum lugar; comparecimento” ou, ainda, “fato de (algo ou alguém) existir em algum lugar; existência”. Podemos, desse modo, eleger proximidade de **comparecimento** com o verbo estar e **existência** com o verbo existir.

Mas comparecer, segundo o dicionário Michaelis (2015), é descrito como “Aparecer ou apresentar-se juntamente com outro ou outros em local determinado”. É estar junto, estar-com, em algum lugar. E existir? Percorrendo o mesmo caminho, o do léxico, abre-se a compreensão do “ter existência em determinado período de tempo; durar, permanecer”. Também pode se referir a “ter existência real, ter presença viva; viver, ser”.

Assim, há uma abertura ao sentido de presença com o **estar junto**, **estar com** e o **ser** em algum lugar, mesmo que por um período determinado, considerando que o que foi um dia presente não se apaga com o passar dos anos, pois é algo que, apesar de durar um determinado tempo, permanece como herança para novas possibilidades.

Seguindo na busca por compreensão, em Heidegger há também a abertura para entender **presença** pela análise da existência. Para esse autor, a presença se funda e se mostra em consonância ao modo como as coisas estão na mundaneidade do mundo, isto é, no modo mundano de o mundo ser.

Ser-no-mundo é uma estrutura de realização. Por sua dinâmica, o homem está sempre superando os limites entre o dentro e o fora. Por sua

força, tudo se compreende numa conjuntura de referências. Por sua integração, instala-se a identidade e a diferença no ser quando, teórica ou praticamente, se diz que o homem não é uma coisa simplesmente dada, nem uma engrenagem numa máquina e nem uma ilha no oceano (HEIDEGGER, 1999, p. 20).

Para Heidegger (1996, p. 259), a “[...] presença significa o constante permanecer que se endereça ao homem, que o alcança e é alcançado”. Ela não é um ato isolado, que localiza algo visível num lugar físico. A presença se constitui pela articulação ao modo de ser do ser humano, um ser social, cultural, situado no mundo construindo sua existência, portanto, um ser histórico.

O que se desvela pela presença, segundo Heidegger (1999, p. 169), não é “[...] algo simplesmente dado e nem algo à mão”. Este filósofo enfatiza, em seus escritos, o termo *presenti-ficado*⁶ para dizer do presente que fica, que permanece no seu modo de existir ou de estar em alguma modalidade junto às coisas. Contudo, esse autor não declina do entendimento cotidiano da presença, pois compreende que o que é localizado está presente e oferece-nos a presença de algum modo. Entretanto, ressalta que apenas por essa via, muitas vezes, o *presentificado* se mostra como um recurso material reservado em algum depósito, no aguardo de resgate; portanto, um objeto visível, passível de ser observado por um sujeito com a intenção de explorar suas propriedades. Isso revela que há um objeto que está ali à espera de um sujeito que o inspecione. Assim, inaugura uma separação *sujeito versus objeto*.

A **presença**, exposta tal como ela pode ser compreendida em Heidegger, se delinea em sintonia e consonância ao modo de as coisas existirem, e a separação entre sujeito e objeto não tem solo de sustentação na fenomenologia. O que ora denominamos de objeto é, em nosso modo de compreender, o que é percebido por alguém, o que aparece na percepção do sujeito. Assim, falamos da qualidade de algo que se apresenta, se faz presente e assim permanece.

Há uma doação de aspectos passíveis de serem percebidos em modos próprios de aparecer. Por exemplo, a frieza do gelo é doada enquanto frialdade, querendo com isso dizer que, em seus modos de o fenômeno mostrar-se como frio são solicitadas possibilidades de quem percebe sentir a frieza de

⁶ Muitas vezes Heidegger (1996) usa hífen para separar palavras que comumente não possuem grafia composta. Faz isso para conferir força a cada um dos termos destacados. Por exemplo, *presenti-ficado* enfatiza não apenas o **que** e **como** algo se apresentou tornando-se presente, mas como ele assim permanece presença: uma presença que fica.

maneiras específicas [...] A inteligência de uma pessoa é passível de ser percebida nas ações contextualizadas em nuances de modos de proceder por aquele que percebe. Não há uma separação entre o percebido e a percepção de quem percebe, uma vez que é exigida uma correlação de sintonia, entendida como doação, no sentido de exposição, entre ambos. Nesta perspectiva não se assume uma definição prévia do que será observado na percepção, mas fica-se atento ao que se mostra (BICUDO, 2012, p. 18).

PRINCÍPIOS DA PESQUISA FENOMENOLÓGICA

Para Husserl (1965, p. 72), “[...] não é das Filosofias que deve partir o impulso à investigação, mas, sim, das coisas e dos problemas”. Delineia-se, assim, a máxima do voltar às **coisas mesmas**, tendo clareza que um problema não é uma dificuldade constituída ou elaborada por outras pessoas sobre a qual nos debruçamos para resolver o que está fora de nós em função da satisfação do outro. Tampouco **coisas** são objetos que podem ser dispostos a nossa frente e que nos seduzem a fim de que as olhemos e reconhecamos suas características. Problemas, ou coisas que queremos conhecer-compreender, não estão guardados em um depósito ou reservatório de questões. Portanto, não chegamos a eles tirando-os de um **canto empoeirado**, como se estivessem ali apenas esquecidos, esperando por resgate.

Só nos movimentamos na pesquisa pelo que nos toca, ao questionarmos o que nos causa estranheza, nos deixando perplexos. Os questionamentos nos colocam a caminho da busca por esclarecimentos. Seguimos assim, atentos, muitas vezes abrindo clareiras, para que possamos **ver** mais do procurado no manifesto. Entretanto, o que buscamos, por não ser um objeto explorável somente em suas características físicas, está sempre a caminho, podendo se revelar com mais clareza. Isso implica constatar que o querer conhecer não se esgota em sua totalidade, como num golpe de sorte ou por insistências. O que queremos saber só se mostrará pelas expressões do vivido e, por essa via, sempre há mais e mais a ser visto, a conhecer.

Mas, como nos colocamos em movimento de conhecer?

– Interrogamos!

Elabora-se a interrogação abarcando dimensões de interesse do interrogado, segundo questões antecipadas das experiências vividas de quem está perguntando com a

disposição e disponibilidade para percorrer caminhos que conduzam à compreensão sobre o estudado. Na pesquisa fenomenológica, os caminhos seguidos não são determinados previamente, mas, com a interrogação, eles vão se delineando. Não há um pesquisador e uma interrogação que se encontrem em meio a um trajeto. Pesquisador-interrogação-procedimentos são inseparáveis, e o que acompanha essa relação indissolúvel conserva o mesmo caráter por estarem intrinsecamente ligados e comprometidos com o fenômeno interrogado.

A interrogação é o foco para onde nosso olhar volta-se atentamente. Tratar a interrogação como um **foco** não significa tê-la como um ponto fixo e rígido, possível de ser compreendida ao invadi-la em sua profundidade. Esse modo de pensar a interrogação poderia conduzir ao rompimento com seu entorno, descolando-a do contexto da investigação, do mundo da experiência vivida.

O alicerce da interrogação no foco da pesquisa pressupõe convocar o **pensar** mais sobre o pesquisado, buscando dimensões ainda ocultas sobre o pensado. Desta forma a interrogação chama o olhar para o que se sabe sobre o fenômeno, mas instiga a olhar mais profundamente sobre o que ainda não se sabe sobre ele, e tal olhar vai abrindo caminhos a serem percorridos em busca de esclarecimento.

A interrogação é o foco, é o que foi iluminado e, a partir de si, lança feixe de luz que reflete num horizonte aberto para compreensões sobre o estudo. Ao pesquisador cabe caminhar conscientemente, ou seja, intencionado e atento, para percorrer as diferentes direções sinalizadas que mostrem o que circunvizinha o fenômeno, dado que ele é situado no contexto de uma vivência.

A interrogação seria a alavanca com a qual o pesquisador movimenta a investigação, até então tida como um conjunto de intenções com possibilidade de vir a ser ação, e a bússola que orienta o caminho. Assim, os itinerários a serem percorridos não serão predeterminados como se já se soubesse o lugar a chegar ao final da pesquisa e nem ficam ao acaso, mas seguem as aberturas dadas pela interrogação.

Interrogo, e essa interrogação me leva a traçar caminhos para uma busca de compreensões. Elaborada, a interrogação já destaca algo no campo de interesse do pesqui-

sador, portanto ela inaugura o movimento de redução⁷ fenomenológica ao colocar em evidência algo a ser perseguido, compreensões a serem buscadas. É certo que muitas coisas podem interessar ao pesquisador, mas algo o chama a olhar mais cuidadosamente. Numa investigação o destaque inicia-se com a interrogação, que coloca entre parênteses o fenômeno dos demais coexistentes. O movimento é o de perguntar muitas e muitas vezes o que isso que está se mostrando quer dizer. Nesse perguntar, respondemos muitas vezes formulando novas perguntas.

Nesse caminho e no modo de caminhar, questões mais pontuais aparecem. Sob a égide da interrogação são constituídas perguntas de fundo a ela consoantes. Assim, em fenomenologia, constantemente pronunciamos: o que a interrogação interroga? E, ao respondermos, novas perguntas podem ser elaboradas como pertinentes às respostas.

Ao longo deste capítulo, serão trazidos recortes de pesquisas que tenho orientado no PPGECM, com a intenção de ilustrar nosso modo de pesquisar em fenomenologia.

No PPGECM os alunos do mestrado iniciam o programa de pós-graduação com suas questões e estas vêm esboçando o cenário da formação de professores que vimos investigando.

São exemplos de interrogações orientadoras dos nossos estudos:

- a) “O que é isto, ser-professor-que-ensina-matemática-nos-anos-iniciais?” (ORLOVSKI, 2014, p. 3);
- b) “Que ideias sustentam o ensino da matemática nos anos iniciais, para os tutores, no movimento de formação do Pró-letramento em Matemática?” (ZONTINI, 2014, p. 7);
- c) o que é isto, a formação do professor dos anos iniciais, na região de inquérito da Educação Matemática?;⁸

7 A Redução consiste no movimento efetuado que nos conduz à compreensão do que se deseja conhecer. Reduzir e destacar o fenômeno estudado dos demais coexistentes. Inicia-se na ação de colocar em destaque o mundo sem colocá-lo em dúvida, pois ele já está aí e é mundo de nossas experiências vividas. De acordo com Bicudo (2000, 2010, 2011), o movimento de redução fenomenológica não significa uma simplificação de ideias presentes em depoimentos, textos, entendido em sentido amplo, mas, ao contrário, diz de um movimento que vai tornando complexas ideias mais abrangentes que se constituem mediante articulações sucessivas do pensar de quem investiga (podendo ser um pesquisador ou um grupo de investigadores), entrelaçando sentidos e significados.

8 As interrogações ‘c’, ‘d’ e ‘e’ se referem, respectivamente, aos trabalhos de mestrado de Henrique Lidio, Hallayne Nadal Barboza Rocha e Josiel de Oliveira Batista, respectivamente, vinculados ao programa PPGECM.

- d) o que é isto, a Prática como componente curricular na formação inicial do professor de Matemática, na perspectiva da legislação educacional brasileira?;
- e) como o formador de docentes que ensina matemática nos anos iniciais se compreende professor em cursos EaD⁹?

Essas interrogações perguntam por algo. Para ilustrar nosso modo de trabalho, trago os desdobramentos da primeira interrogação apresentada, por se referir a um trabalho já concluído no PPGECM.

Segundo Orlovski (2014, p. 13):

Ao perseguir a interrogação “o que é isto, ser-professor-que-ensina-matemática-nos-anos-iniciais?”, ouvindo atentamente o que se perguntava, abriu-se um horizonte para a pesquisa.

Um primeiro caminho que se mostrou nítido foi o seguir em direção de revelar o fenômeno no estudo da constituição do ser professor dos anos iniciais pelo marco legal, considerando aspectos da historicidade da profissão.

Outro aspecto que se revelou importante ao atentar à interrogação foi buscar pela compreensão do que está sendo dito sobre a formação dos professores que ensinam matemática nos anos iniciais pelos pesquisadores, ou seja, nas pesquisas em Educação Matemática.

Revelou-se igualmente importante entender essa constituição profissional pelo como o docente se compreende sendo professor que ensina matemática nos anos iniciais. Lançar luz sobre este “como” solicita ir à experiência vivida de quem ensina matemática nos anos iniciais para entender o ser “sendo” professor, ou seja, o que os professores compreendem e dizem sobre eles mesmos.

Em síntese, nessa pesquisa buscou-se por compreensões-interpretações possibilitadas pelo estudo de documentos oficiais, da literatura, do discurso publicado por autores que pesquisam o tema e pelo dito de docentes atuantes nos anos iniciais da educação básica, destacando as características essenciais que falem sobre o que é isto, ser-professor-que-ensina-matemática-nos-anos-iniciais, para além das aparências, ou seja, do que se postula sobre essa profissão.

A meta da pesquisa fenomenológica é ir diretamente à experiência vivida, aquela que despertou o estranhamento e causou perplexidade, mas que não foi elucidada, por não ter sido tomada como tema de investigação por quem se mostrou afetado pelas inquietações emergentes do vivido. Ir à experiência vivida se faz pelas expressões daquele que vive o

9 Educação a distância.

investigado. Assim, por exemplo, conhecer como o professor compreende certas questões educacionais, requer ir ao professor, perguntando-lhe sobre, inquerindo, estando atento a sua postura educadora, entre outros aspectos.

Essa modalidade assume a busca da compreensão de algo que não traz consigo conceitos prévios, dados por explicações teóricas sobre o que está no foco da pesquisa, nem procedimentos metodológicos que indiquem de antemão o que é para ser visto no decorrer da investigação ou que antecipe afirmação de hipóteses, comprovação de fatos ou, ainda, que eleja uma tese a ser defendida.

O que a fenomenologia preconiza é o abandono de pré-conceitos (conceitos prévios) que dificultem, ou impossibilitem ver o que está se evidenciando na experiência, solicitando atenção. Isso não implica em desconhecimento do pesquisador sobre o assunto, pois ele pode estar imerso num mundo da pesquisa já familiarizado com investigações na região de inquérito em que está se movendo. Entretanto, esse conhecimento constitui-se no solo onde seus questionamentos florescem, o qual ele deve deixar em suspensão para ver o que se mostra. Suspensão aqui significa permanecer alerta de modo a precaver-se de postular sobre a experiência, afastando-se do movimento de compreendê-la.

Na pesquisa de Orlovski (2014), o exercício foi o de não postular sobre a formação do professor pelo discurso intelectualizado que a literatura e a experiência profissional possibilitam. Para saber o que desejava, a pesquisadora foi aos professores que lecionam nos anos iniciais perguntando como eles se percebem, se compreendem professores que ensinam matemática.

A investigação fenomenológica trabalha com fenômeno, entendido como o que se mostra, mas que não se resume apenas ao que tem evidência objetiva, àquilo que salta aos sentidos ou que se concretizou no mundo físico. Para Heidegger (1999, p. 66), o fenômeno é:

Justo o que não se mostra diretamente e na maioria das vezes e sim se mantém velado frente ao que se mostra diretamente e na maioria das vezes, mas, ao mesmo tempo, pertence essencialmente ao que se mostra diretamente e na maioria das vezes a ponto de constituir o seu sentido e fundamento.

Na pesquisa tomada como exemplo, qual foi o fenômeno investigado?

Orlovski (2014, p. 11) nos diz: “[...] ser-professor-que-ensina-matemática-nos-anos-iniciais é o fenômeno, é o que vem se mostrando no centro das inquietações, das perplexidades advindas da minha experiência vivida como docente”.

O mostrar-se ou o expor-se à luz, sem obscuridade, não ocorre em um primeiro olhar o fenômeno, mas paulatinamente, dá-se na busca atenta e rigorosa do sujeito que interroga e que procura ver além da aparência, insistindo na procura do característico, básico, essencial do fenômeno (aquilo que se mostra para o sujeito) (BICUDO, 1994, p. 18).

As múltiplas perspectivas de que olhamos fenômeno conduzem-nos a vê-lo em diferentes modos de aparecer, de se mostrar, que só poderão ser percebidas mediante um estado de alerta da consciência de quem o interroga e que intencionalmente está voltada ao vivido. Atenção e intencionalidade são aberturas que possibilitam que o olhado seja visto, ainda que não em sua totalidade, uma vez que o que se mostra não se revela por completo e o que é visto não abrange toda a amplitude do exposto.

Na abordagem fenomenológica, a intencionalidade se refere ao ato de direcionamento da atenção para aquilo que se espera compreender. É o que caracteriza a consciência, pois “[...] nenhum objeto é pensável sem referência a um ato da consciência que consegue alcançá-lo” (CAPALBO, 1973, p. 41). Logo, não é um ato guiado por um propósito definido por antecipação, conduzido linearmente e certo de seu ponto de chegada. Antes, é um movimento da consciência intencionado ao fenômeno que está situado no mundo-vida de quem por ele pergunta, ou seja, no solo onde se presentificam as realizações da existência desse sujeito, uma vez que homem e mundo se dão mutuamente sem que um prescindia do outro.

Assim, o fenômeno é vivenciado por quem interroga. Porém, ele é evidenciado em um **campo perceptivo** com o objetivo de ser fonte de investigação. Ao ser “[...] interrogado pelo sujeito através dos sentidos [...] se mostra para este sujeito, com uma aparência que é a primeira abordagem para a compreensão da essência” (FINI, 1994, p. 25)

A interrogação da pesquisa de Orlovski (2014) perguntava pelo como o professor se compreende professor que ensina matemática. Desse modo, ela foi ao encontro dos docentes, na própria escola, em um momento conjunto do planejamento escolar apresentou a eles a pergunta “Como o senhor(a) se compreende/percebe professor que ensina matemática nos anos iniciais?”, deixando-os falar livremente sobre o assunto.

Esse encontro foi filmado...

ESTRUTURANDO O FENÔMENO

A característica estruturante do fenômeno, muitas vezes referida como essência, é o que se mostra em evidência e que, mediante sucessivas análises e reduções¹⁰, se revela como invariante nas múltiplas aparições.

Assim, as características estruturantes são as que transcendem as conjecturas iniciais sobre o fenômeno ao focar suas faces evidentes e caminham ao encontro do seu sentido pela busca da compreensão do que está além do que aparece ou parece ser. Assim:

[...] a compreensão não é nunca um comportamento somente reprodutivo, mas é, por sua vez, sempre produtivo. [...] Compreender, não é compreender melhor, nem saber mais, no sentido objetivo, em virtude de conceitos mais claros, [...] é simplesmente compreender (GADAMER, 1999, p. 444).

Ir em busca das características estruturantes do fenômeno requer a realização de pesquisa rigorosa. Esse rigor compreende a postura do pesquisador ao ouvir o pesquisado, atendendo ao chamado das manifestações que ocorrem, bem como atentar ao seu entorno de modo a ir delineando os trajetos a serem percorridos, tendo por meta conhecer o que se propôs. O rigor na pesquisa está no modo pelo qual o pesquisador “[...] interroga o fenômeno e ao seu próprio pensar esclarecedor” (BICUDO, 1994, p. 20).

O que buscamos conhecer vai se mostrando ao pesquisador à medida que ele anda em torno da interrogação, perguntando pelo que isso que se mostra significa. O pesquisador e o pesquisado estão juntos, e o fenômeno se desvela, descobre e se mostra, à medida que o olhar se aprofunda e se torna mais crítico, possibilitando a captura de momentos, atitudes, pela descrição do fenômeno. Dessa forma, a “[...] análise fenomenológica da descrição não toma o descrito como um dado pragmático cujos significados já estariam ali contidos, mas percorre um trajeto pavimentado por chamadas constantes à atenção do que está sendo realizado pelo investigador” (BICUDO, 2011, p. 57).

10 Se tomarmos, por exemplo, um discurso, a redução, tem por ponto deflagrador retirar do dito o que ele diz no horizonte da interrogação. Assim vamos avançando na compreensão do que se destacou como significativo, à luz do perguntado. No discurso como um todo, voltamos nossa atenção a isso que se mostrou relevante. Portanto, reduzimos o dito, não para diminuir o texto que reporta as falas, ou para resumí-los, mas para conferir força ao que se está investigando, de modo a ir efetuando sínteses compreensivas que nos possibilitem destacar características estruturantes do fenômeno. A redução adensa como na elaboração de um molho: selecionamos os ingredientes necessários para compor a receita, mas é no preparar e no cuidar do cozimento que os ingredientes se incorporam, o molho ganha consistência e o sabor é ressaltado.

Como modo de pesquisar o que existe, Edmund Husserl refere-se à descrição exaustiva do fenômeno e aos invariantes detectados nas diferentes descrições, de modo que a reflexão sobre tais invariantes, baseada na inteligibilidade do que permitem compreender, nos conduziu à essência do fenômeno investigado. E a essência desvela isto que existe pelo modo como existe (BICUDO, 2000, p. 73).

A descrição é um modo de se registrar o visto, acabando por se constituir nos dados, aos quais o investigador se volta uma e muitas vezes buscando pelo sentido do que está se mostrando de modo significativo diante da interrogação que movimenta sua busca. Na abordagem fenomenológica, é um passo dado, entre outros necessários para o movimento investigativo que vai ao encontro do sentido em que as coisas são percebidas para quem interroga. Descrever é relatar o percebido expondo a experiência vivida por meio da linguagem, sem apresentar juízos de valor, escutando o que a interrogação está perguntando.

Na pesquisa tomada como exemplo, a descrição ocorre na transcrição das expressões dos professores. O recorte a seguir busca esclarecer esse movimento da produção dos dados:

Os cinquenta minutos dos discursos gravados foram ouvidos várias vezes a fim de me familiarizar com o dito e, posteriormente, realizar a transcrições das falas dos professores, tal como as fizeram.

Ao ouvir várias vezes os pronunciamentos gravados, pude perceber que a transcrição não podia ser feita linearmente, haja vista que haviam momentos em que as falas eram solitárias como um depoimento e outros em que a discussão estava acirrada. Esse foi o modo como os dados se mostraram a mim, e foi assim que procedi a transcrição: depoimentos, quando as falas eram sequências de uma única pessoa, e debate, quando caracterizava a interlocução entre dois ou mais docentes. [...]

Li e reli os textos descritivos, tendo a pergunta de fundo como horizonte, com o objetivo de revelar o que estava sendo dito sobre o que foi perguntado: como se compreendem professores que ensinam matemática nos anos iniciais? (ORLOVSKI, 2014, p. 61).

A linguagem que expõe os dados é passível de interpretação, pois é formada por símbolos e a estes há uma atribuição de significados com autonomia de contexto. Assim, o que foi declarado pela descrição convoca interpretar o dito segundo o olhar de quem descreveu o percebido, para que não seja realizada uma interpretação *técnica* do pensamento ali exposto, baseada apenas nos signos, sob pena de o discurso descrito perder o sentido do todo no qual ele se insere. A simples interpretação pode conduzir à supremacia do domí-

nio técnico das regras linguísticas ao modo de ser do que foi relatado, que sempre é relato de uma estrutura organizada em um contexto, situada numa experiência vivida.

Desse modo, a compreensão do que na descrição é posto em linguagem se dá por meio de uma análise rigorosa dos dados. Martins e Bicudo (2006) indicam dois momentos fundamentais na pesquisa fenomenológica: a análise **ideográfica** e a análise **nomotética**¹¹.

A análise ideográfica tem por objetivo trabalhar com o destaque das ideias individuais expostas no discurso e apresentadas por textos descritivos.

Na pesquisa que tem ilustrado a postura fenomenológica (ORLOVSKI, 2014, p. 61-62), a análise ideográfica foi apresentada como segue:

Destaquei nas transcrições dos discursos as passagens que, no meu entendimento, melhor respondiam a questão orientadora. Estas passagens compõem o que Bicudo (2011) denomina de ‘unidades de significado’. [...] Ao destacar as unidades de significado (US), busquei interpretá-las tendo como solo o contexto geral da entrevista. Para tanto foi necessário recorrer a diversos dicionários (etimológicos, da língua portuguesa, de filosofia), a documentos específicos que se referissem às falas dos professores na totalidade da reunião. A interpretação foi viabilizada pelo explicitar da compreensão da experiência em seu contexto, ou seja, a escola, a literatura e as palavras usadas pelos professores. Ao todo foram 99 US. Feitas a interpretação de cada uma delas, debruçava-me permanentemente ao discurso dos sujeitos a fim de articular a linguagem com a finalidade de compreendê-la e explicitá-la. Este primeiro momento que destaca o individual é denominado ‘análise ideográfica’. [...] Seguindo no movimento de ‘redução’, cada US foi lida atenciosamente várias e nelas procurei destacar a ideia central, denominando-as de ‘Ideia Nuclear’ (IN). Assim das 99 US revelaram-se 13 IN, que guiaram o movimento de redução à próxima etapa que se refere às primeiras generalizações.

A análise nomotética dá sequência à análise ideográfica. Ela parte das ideias destacadas nos discursos e caminha em busca das características gerais ou da essência do fenômeno, evidenciadas por categorias que indicam **grandes regiões de generalização** e que estão abertas à compreensão e interpretação do pesquisador.

Por exemplo, segundo Orlovski (2014, p. 62-63):

Ao reunir as ideias nucleares procedi a uma nova redução que apontou para quatro ‘categorias abertas’. Estas se constituem em grandes regiões de generalização do fenômeno, por mostrar alguns aspectos de sua estrutura básica, ao qual não se pode mais reduzir, por correr o risco de descaracterizá-lo.

11 O termo nomotético deriva de *nomos* e quer dizer: uso de leis, elaboração de leis.

Os dados são tratados tendo em vista, a princípio, o particular. As ideias identificadas são articuladas entre si, quantas vezes forem necessárias até se chegar a núcleos, mas que ainda falam do individual. Novas articulações são efetuadas e, na análise nomotética, há a passagem para o geral. É nesse segundo momento que o que vem se mantendo nos discursos, representados até então por ideias individuais, aponta as características gerais do fenômeno.

Ainda segundo Orlovski (2014, p. 63): “Na sequência busquei compor a interpretação à luz da interrogação, dos discursos dos sujeitos, da literatura, no diálogo com autores, com o objetivo de constituir sínteses que são sempre transitórias”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa fenomenológica e seus modos de pesquisar, apresentados neste capítulo, foram construídos entrelaçando estudos e conversas ocorridas no encontro de pesquisadores e em orientação.

Aspectos do pensamento fenomenológico e do modo de investigar nessa abordagem formam os fios dessa trama que, longe de ser linear e livre de repetições, procurou deixar em destaque trechos que poderão contribuir com a leitura inicial para o estudo de um pesquisador que queira adentrar o campo da investigação fenomenológica.

Nesse sentido, podemos afirmar que a pesquisa fenomenológica é orientada por uma interrogação que o pesquisador elabora, tendo em vista algo que lhe cause estranheza. Investigar, então, significa percorrer caminhos que possibilitem compreender as perguntas que se encontram na esteira da interrogação. O fenômeno investigado se mostra em perspectiva, o que implica afirmar que ele não se dá em uma totalidade objetiva.

Com isso, é preciso atentar para o fato de que o pesquisar e concluir de um estudo implica afirmar que a conclusão é muito mais uma abertura do que uma totalidade objetiva acerca do investigado. Portanto, “[...] não podemos conhecer tudo. O importante é que, ao conhecermos uma parte, tenhamos consciência de que se trata justamente de uma parte, que existem fundamentos a serem reconhecidos” (BELLO, 2006, p. 86).

REFERÊNCIAS

- BELLO, A. A. **Introdução à fenomenologia**. Bauru: Edusc, 2006.
- BICUDO, M. A. V. A pesquisa em educação matemática: a prevalência da abordagem qualitativa. **Revista Brasileira de Ensino e Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 5, n. 2, p. 15-26, maio/ago. 2012.
- BICUDO, M. A. V. Análise fenomenológica estrutural e variações interpretativas. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). **Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica**. São Paulo: Cortez, 2011.
- BICUDO, M. A. V. **Fenomenologia: confrontos e avanços**. São Paulo: Cortez, 2000.
- BICUDO, M. A. V. Filosofia da educação matemática segundo uma perspectiva fenomenológica. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). **Filosofia da educação matemática: fenomenologia, concepções, possibilidades didático-pedagógicas**. São Paulo: UNESP, 2010.
- BICUDO, M. A. V. Sobre a fenomenologia. In: BICUDO, M. V.; ESPÓSITO, V. H. C. (Org.). **A pesquisa qualitativa em educação: um enfoque fenomenológico**. Piracicaba: Unimep, 1994.
- CAPALBO, C. **Fenomenologia e ciências humanas: uma nova dimensão em antropologia, história e psicanálise**. Rio de Janeiro: J. Ozon, 1973.
- FINI, M. I. Sobre a pesquisa qualitativa em educação, que tem a fenomenologia como suporte. In: BICUDO, M. V.; ESPÓSITO, V. H. C. (Org.). **A pesquisa qualitativa em educação: um enfoque fenomenológico**. Piracicaba: Unimep, 1994.
- GADAMER, H-G. **Verdade e método: traços fundamentais de uma hermenêutica filosófica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1999.
- HEIDEGGER, M. **Conferências e escritos filosóficos**. São Paulo: Nova Cultura, 1996.
- HEIDEGGER, M. **Ser e tempo**. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 1999.
- HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

HUSSERL, E. **A filosofia como ciência de rigor**. Coimbra: Atlântida, 1965.

INWOOD, M. **Dicionário Heidegger**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

MARTINS, J.; BICUDO, M. A. V. **Estudos sobre existencialismo, fenomenologia e educação**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da percepção**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.


MICHAELIS. **Dicionário de português online**. 2015. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=comparecer>>. Acesso em: 31 out. 2015.

MOCROSKY, L. F. **A presença da ciência, da técnica, da tecnologia e da produção no curso superior de tecnologia em fabricação mecânica**. 2010. 364 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

ORLOVSKI, N. **A formação do professor que ensina matemática nos anos iniciais**. 2014. 208 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

STEIN, E. Nota do tradutor. In: HEIDEGGER, M. **O que é metafísica?** São Paulo: Nova Cultural, 1996.

ZONTINI, L. R. **O pró-letramento em matemática: compreensões do professor-tutor sobre ideias que sustentam o ensino da matemática nos anos iniciais**. 2014. 327 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.



**TECNOLOGIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA:
um enfoque em lousas digitais e objetos
de aprendizagem**

Marco Aurélio Kalinke

Bruna Derossi

Laíza Erler Janegitz

Mariana Silva Nogueira Ribeiro



INTRODUÇÃO

Pesquisas com foco investigativo nos processos relacionados a ensinar e aprender matemática mediados pelas tecnologias de informação e comunicação (TIC) têm se desenvolvido com perspectivas e dimensões diversificadas na educação matemática. Participando deste movimento há, no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) pesquisadores envolvidos com esta temática e cujas pesquisas se entrelaçam a partir de atividades desenvolvidas no Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática (GPTEM). O interesse do grupo situa-se em compreender as possibilidades e limitações do uso de novas tecnologias em atividades que envolvam processos pedagógicos relacionados à matemática, e nos últimos semestres deu-se atenção especial ao estudo das lousas digitais (LD) e objetos de aprendizagem (OA).

Ainda que haja pesquisas sobre outras temáticas relacionadas às tecnologias, tanto no PPGECM quanto no GPTEM, o objetivo deste capítulo é apresentar algumas compreensões sobre as concepções teóricas que sustentam o uso das TIC em atividades educacionais e os primeiros resultados de estudos desenvolvidos no programa relacionados a LD e aos AO. O propósito é apresentar um panorama do que vem sendo desenvolvido, ao invés de focar nos resultados de uma única pesquisa ou de um trabalho específico. Para tanto, são apresentados alguns resultados de diversos estudos interligados, com a intenção de criar um cenário do que vem sendo realizado e um horizonte para trabalhos futuros.

AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO

Uma vez que as TIC se constituem em foco de investigação, é necessário esclarecer que neste trabalho elas são entendidas por computadores, as suas interfaces e tecnologias ou aplicativos a eles relacionados. Sua presença no atual contexto educacional já se faz sentir e elas estão incorporadas em boa parte das salas de aula. Os avanços tecnológicos, por sua vez, não entraram em estagnação. Tecnologias existentes são aprimoradas e outras novas são desenvolvidas. Muitas delas acabam por ser incorporadas em ações pedagógicas e contribuem de forma efetiva para os processos educacionais.

O uso de tecnologias na educação tem sido amplamente discutido, objetivando uma possível melhoria nos processos de aquisição e construção do conhecimento. Entre os diversos autores que tratam deste tema, optou-se por trabalhar com Tikhomirov (1981), Lévy (1993, 1996, 1998, 1999) e Borba e Villarreal (2005). Estes autores apresentam uma complementaridade de ideias que constituem um solo fértil para o entendimento de como as tecnologias podem influenciar as atividades educacionais, particularmente as relacionadas à matemática.

Tikhomirov (1981) estudou como a atividade mental é alterada pelo computador e, para tanto, fez uma análise comparativa de como o ser humano e o computador resolvem problemas. Partindo dessa comparação, ele propõe três compreensões teóricas, sob a perspectiva da psicologia, de como o pensamento humano é afetado pelo uso de tecnologias.

A primeira teoria proposta é a da substituição, que defende que a programação heurística do computador substitui a atividade criativa do ser humano, o que leva o computador a substituir as funções do homem. Entretanto, segundo o próprio Tikhomirov (1981), os programas heurísticos não são capazes de expressar todas as funções do pensamento humano e podem, inclusive, perder alguns valores contidos no momento de raciocinar. Ao solucionar um problema, o homem busca estratégias e caminhos que nenhuma máquina consegue traduzir, pelo menos até o momento histórico presente. Com base nestes argumentos, Tikhomirov (1981) afirma que essa teoria não é a que melhor expressa a relação entre homem e máquina.

A segunda possibilidade teórica que ele apresenta é a da complementação (ou suplementação), pela qual o computador complementa o homem, proporcionando um aumento na capacidade e velocidade de resolução de problemas. Tikhomirov (1981) analisa e critica essa compreensão pois, segundo ele, ela apresenta uma divisão entre o ser humano e a máquina que não expressa a forma como ambos se relacionam, além de desprezar o valor qualitativo do pensamento.

Deste modo, não podemos aceitar a teoria da suplementação em nossa discussão do problema da influência dos computadores no desenvolvimento da atividade intelectual humana, visto que a abordagem informacional no qual ela está baseada não expressa a real estrutura da atividade humana (TIKHOMIROV, 1981, p. 260).

Após criticar as duas primeiras teorias, o autor propõe uma terceira abordagem, e a chama de teoria da reorganização, segundo a qual ocorre uma integração entre o homem e o computador na resolução de problemas. Tikhomirov (1981) se pauta em Vygotsky quando este defende que a linguagem reorganiza o pensamento e indica que a tecnologia também reorganiza o pensamento, modificando-o de forma qualitativa.

O computador muda a estrutura da atividade intelectual humana. Memória, o armazenamento da informação, e suas buscas (ou reproduções) são reorganizadas. A comunicação é mudada, pois a comunicação humana com o computador, especialmente em que linguagens que são similares às linguagens naturais estão sendo criadas, é uma nova forma de comunicação. As relações humanas são mediadas através do uso dos computadores (TIKHOMIROV, 1981, p. 269).

Assume-se, com base nesta teoria, que o uso de TIC em atividades humanas, inclusive as educacionais, gera uma reorganização do pensamento, criando novos problemas e gerando novas soluções para problemas existentes, ampliando as possibilidades cognitivas tanto de professores quanto dos alunos.

Estas ideias encontram eco e são ampliadas nos estudos de Lévy (1993), que trabalha com pesquisas em tecnologias da inteligência, inteligência coletiva e inteligências artificiais. O conceito de técnica que é formado pela oralidade, escrita e informática, é um dos pilares teóricos das reflexões deste autor. Ele afirma que a escrita, entendida como o lápis e o papel, estende a memória humana e, da mesma maneira, a informática também possibilita uma extensão da memória, porém com diferenças que influenciam a maneira de pensar. O computador permite novas maneiras de transmitir o conhecimento, tais como quando se utiliza a simulação, que traz junto de si uma nova linguagem composta pela experimentação, produzindo um ambiente dinâmico e possibilitando novas formas de comunicação.

O conhecimento por simulação, menos absoluto que o conhecimento teórico, mais operatório, mais ligado às circunstâncias particulares de seu uso, junta-se assim ao ritmo sócio-técnico específico das redes informatizadas: o tempo real. A simulação por computador permite que uma pessoa explore modelos mais complexos e em maior número do que se estivesse reduzido aos recursos de sua imagística mental e se sua memória de curto prazo, mesmo se reforçada por este auxiliar por demais estático que é o papel (LÉVY, 1993, p. 125).

Para Lévy (1993), as TIC trazem consigo novas formas de comunicação e novas linguagens, fortemente impregnadas de valores audiovisuais. O uso de imagens animadas, simulações, vídeos e sons transforma o ambiente de aprendizagem em um ambiente de espetáculo. Este ambiente está relacionado a uma nova ideografia, que Lévy (1998) chama de ideografia dinâmica. Quando existe a integração homem-máquina, a ideografia dinâmica surge como uma imaginação artificial que está contida na realidade virtual. Segundo Lévy (1998, p. 25), “[...] é um mundo sensível ao qual não corresponde nenhuma entidade física, exceto a de arquivos informáticos”.

Lévy (1996, p. 95) defende que as linguagens e as técnicas são virtualizações que constituem os seres humanos, uma vez que nossas atividades cognitivas são constituídas “[...] pelas línguas, sistemas de signos, técnicas de comunicação, de representação e de registro que formam uma sociedade cosmopolita dentro de nós”. Dessa forma, surge um coletivo pensante que, ao interagir com outros seres humanos, com o uso do computador e das redes digitais, por exemplo, se transforma em uma inteligência coletiva.

[...] compreendemos assim por que coletivos humanos enquanto tais podem ser ditos inteligentes. Porque o psiquismo é, desde o início e por definição, coletivo: trata-se de uma multidão de signos - agentes e interação, carregados de valores, investindo com sua energia redes móveis e paisagens mutáveis (LÉVY, 1996, p. 109).

O pensamento humano, mediado pela máquina, traz consigo uma nova cultura, denominada por Lévy (1999) de cibercultura. Ela surge a partir do ciberespaço que, para Lévy (1999) proporciona a globalização da cultura através da rede digital, que é capaz de ampliar as conexões entre todos e tudo. Essas conexões apresentam uma transformação na cultura, na arte, na política e, por consequência, no cotidiano das pessoas. O ciberespaço é constituído pelas TIC, que são capazes de modificar o pensamento humano favorecendo o acesso à informação e proporcionando novas maneiras de produzir conhecimento.

Com base nessas perspectivas, a cibercultura modifica também a educação. A simulação, como citado anteriormente, é vista como alicerce central das novas possibilidades de produção de conhecimento, pois expande a imaginação, levando a uma ampliação do conhecimento individual e um aumento da inteligência coletiva com o uso do compartilhamento.

Lévy (1999) também trata da utilização da multimídia interativa, que está fortemente presente na sociedade, indicando que o seu uso deve ser incentivado nas escolas.

A multimídia interativa ajusta-se particularmente aos usos educativos. [...] quanto mais ativamente uma pessoa participar da aquisição de um conhecimento, mais ela irá integrar e reter aquilo que aprender. Ora, a multimídia interativa, graças à sua dimensão reticular e não-linear, favorece uma atitude exploratória, ou mesmo lúdica, face ao material a ser assimilado. É, portanto, um material bem adaptado a uma pedagogia ativa (LÉVY, 1999, p. 40).

Borba e Villarreal (2005) propõem a união das ideias de Tikhomirov e Lévy e afirmam que elas apontam para o rompimento da dicotomia entre a técnica e o ser humano. Estes autores acreditam que o ser humano é constituído por técnicas que estendem e modificam sua maneira de compreender e raciocinar, da mesma forma as técnicas são modificadas pelos seres humanos, levando à ideia de que o conhecimento é produzido com o uso de uma tecnologia da inteligência. Borba e Villarreal (2005) indicam que o conhecimento é produzido por um coletivo constituído por seres-humanos-com-tecnologia, que envolve também o aspecto cognitivo e a história das técnicas.

Os coletivos pensantes podem ser formados, inclusive, por interfaces ou ambientes diferentes entre si. Nesta perspectiva, o conhecimento é produzido pela ação de atores humanos e não humanos e não somente por humanos. As tecnologias, entendidas como produtos humanos, estão impregnadas de humanidade e, de forma recíproca, os humanos estão impregnados de tecnologias. O conhecimento produzido é condicionado pelas tecnologias, em particular pelas tecnologias da inteligência, uma vez que uma ferramenta informática não é neutra, ela condiciona o conhecimento produzido. Borba e Villarreal (2005) também defendem que uma mídia não elimina outra. Elas podem coexistir e ser utilizadas de forma simultânea. A informática pode estar presente em uma atividade que também utilize lousa-e-giz ou livros didáticos, por exemplo.

As ideias de Tikhomirov (1981), Lévy (1993) e Borba e Villarreal (2005) se complementam e completam, uma vez que o coletivo seres-humanos-com-mídias, proposto por Borba e Villarreal (2005), é caracterizado pela possibilidade da reorganização do pensamento matemático, proposto por Tikhomirov (1981), que se sustenta pela mudança cultural advinda do uso das TIC, defendida por Lévy (1993).

Tem-se, no exposto, uma síntese das concepções que fundamentam as investigações sobre as TIC nos processos educacionais desenvolvidos numa das linhas de pesquisa sobre tecnologias e educação matemática no PPGECEM e no GPTEM. Na sequência serão abordadas as LD e os OA e apresentados alguns resultados das pesquisas já realizadas.

LOUSAS DIGITAIS¹

Com o desenvolvimento de novas tecnologias, surgem nas escolas dois conjuntos de novidades tecnológicas: o daqueles que serão recursos que podem contribuir para ações pedagógicas e o daqueles que são modismos passageiros e que, num curto intervalo de tempo, cairão em desuso. Estudos desenvolvidos no GPTEM indicam que as LD podem ser consideradas como participantes do primeiro grupo e merecem ser analisadas com atenção especial. Esta atenção se justifica pelos seus diferenciais, que podem agregar valor ao fazer pedagógico dos professores, concomitantemente ao impacto da sua inclusão nas escolas, uma vez que diversas delas, tanto públicas quanto privadas, têm realizado investimentos na aquisição de LD.

O Ministério da Educação (MEC) tem investido e vem ampliando a distribuição de recursos tecnológicos e difundindo novas tecnologias. Entre elas está o computador interativo, um equipamento que reúne projetor, microfone, *digital versatile disc* (DVD), lousa e acesso à internet (FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2015). Acopladas ao computador interativo estão integradas as lousas eletrônicas, compostas de caneta e receptor. Elas permitem ao professor trabalhar o conteúdo disponível em uma parede ou quadro rígido, sem a necessidade de manuseio do teclado ou do computador.

Se as LD ainda não são uma realidade em todas as escolas, e isso é um fato, não se pode negar que estão presentes em muitas delas e que esta presença tem aumentado rapidamente, assim como as inquietações sobre seu uso. Em regra, atualmente elas são encontradas nas mesmas escolas que nos últimos anos incorporaram outras tecnologias, tais como os televisores, videocassetes, computadores, projetores multimídia, *tablets* e

¹ Neste texto usaremos lousas digitais (LD) para identificar também Lousas Interativas, Lousas Digitais Interativas e demais nomenclaturas semelhantes.

internet. As LD possuem, contudo, alguns diferenciais importantes que lhes dão notoriedade no cenário das TIC e que merecem ser analisados com mais profundidade.

A Lousa Interativa foi concebida e organizada para possibilitar interações construtivas e instigar a participação ativa dos alunos na resolução de desafios individuais ou coletivos. A variedade de conteúdos e atividades do material à disposição do professor, a possibilidade de acessar a internet durante a aula e, coletivamente, realizar buscas de informações, oferece opções de escolha e uso de acordo com as necessidades e níveis de cada aluno. Assim, embora os objetivos de cada item sejam pontuais, existe a possibilidade de empregá-los em diferentes situações, séries/anos e grupos de alunos. Permite, em conjunto com os conteúdos propostos, a elaboração de produções de acordo com os objetivos pedagógicos e possibilita a inserção de recursos multimídias, tais como imagens, textos, hipertextos, sons, vídeos e animações (BRASIL, 2011, p. 65).

Aceitando que o conhecimento é produzido em sintonia com o uso de tecnologias, as possibilidades advindas do uso das LD em atividades educacionais ainda estão se descortinando e precisam ser exploradas. A disponibilidade de novas mídias nos processos pedagógicos, em especial na sala de aula, pode modificar o pensamento matemático, e a ideia dos seres-humanos-com-mídias pode dar suporte às mudanças de ênfase em relação às atividades centradas apenas na escrita. As LD ainda trazem consigo a possibilidade de incorporar nas salas de aula as ideias de Lévy (1993) sobre pensamento coletivo, hipertexto e hiperlinks, que originam uma cibercultura que sobrevive no ciberespaço e amplia as possibilidades de reorganização do pensamento tal como proposto por Tikhomirov (1981). Estudos em andamento no GPTEM indicam a viabilidade da criação do coletivo seres-humanos-com-LD que pode auxiliar na construção de novas possibilidades para o ensino, em particular da matemática, gerando ambientes colaborativos nos quais a presença de coletivos pensantes se faça presente.

O uso diferenciado das LD exige domínio e conhecimento tanto instrumental quanto pedagógico. Não é incomum vê-las sendo utilizadas apenas como telas para projeção, analogamente ao que aconteceu nos primeiros usos do computador, quando era usado como uma máquina de datilografia moderna ou uma calculadora mais potente e cujos materiais nele disponibilizados eram livros eletrônicos. Para que as potencialidades do computador fossem exploradas, precisou-se investir na formação de professores, preparando-os para a sua utilização em sintonia com o conteúdo a ser trabalhado. Com as LD não será diferente. É essencial que se construam conhecimentos sobre essa

tecnologia a fim de facilitar a compreensão de como e por que integrá-la em práticas pedagógicas, quais seus diferenciais e em que circunstâncias ela pode ser um diferencial. A análise das potencialidades das LD no contexto da educação matemática precisa, portanto, ser explorada.

Dentre elas destaca-se a possibilidade de introduzir de forma efetiva a linguagem digital em atividades escolares e permitir a construção de atividades pedagógicas interativas. Entre os argumentos que podem ser utilizados para justificar o uso das LD como ferramenta interativa nos processos de construção do conhecimento, destacam-se os relacionados à sua adaptação aos diferentes estilos de aprendizagem, aos níveis diferenciados de interesses intelectuais dos alunos, às diferentes situações de ensino e aprendizagem, inclusive dando margem à criação de novas abordagens (KALINKE; MOCROSKY, 2014). Para Beeland (2002), as LD podem proporcionar a aprendizagem a partir de situações diversificadas que, segundo este autor, podem ser classificadas em três tipos: visual, auditiva e tátil. Para Nakashima e Amaral (2006), os adolescentes utilizam os mais diferentes espaços audiovisuais para se expressar, se relacionar e transformar a sua criatividade em uma produção própria, através da utilização de fotos digitais, vídeos, *e-mails*, comunidades de relacionamentos e *blogs* disponibilizados na internet, e as LD lhes permitem utilizar todas estas possibilidades numa linguagem audiovisual interativa que pode ser inserida em atividades educacionais.

A escola precisa reconhecer que houve uma transformação da linguagem, que não se restringe mais à oralidade e à escrita, mas se amplia para a audiovisual, caracterizando-se por ser dinâmica e multimídia. Nesse sentido, recomenda-se o uso das LD para o ensino, considerando que:

A utilização dos recursos da lousa digital proporciona uma mudança metodológica, oportunizando a adaptação das aulas para os alunos da atualidade. Por ser um equipamento que fica instalado na própria sala de aula, o professor se sente mais disposto em utilizá-lo, diferentemente das aulas ocorridas no laboratório de informática, em que precisa deslocar-se para um ambiente que não é o seu. Outro fator relevante é a sua semelhança com a lousa tradicional, com o diferencial de possuir vários recursos que permitem a interação com o conteúdo abordado pelo professor. Com isso, criam-se novas possibilidades criativas tanto para o professor, como para o aluno, principalmente ao utilizarem os materiais disponíveis na galeria de imagens multimídia e arquivos *Flash* (NAKASHIMA; AMARAL, 2006, p. 43).

O uso das LD poderá auxiliar como disparador em algumas mudanças no processo de ensino vigente, tais como a flexibilidade dos pré-requisitos e do currículo, a mudança de foco do processo de ensino do professor para o aprendiz e a relevância dos estilos de aprendizagem ao invés da generalização dos métodos de ensino. Estas questões só podem ser aprofundadas, contudo, à medida que o uso das LD se dissemine e coloque em discussão os atuais processos de ensino.

De acordo com López (2010), os professores podem usar as LD para criar ambientes de aprendizagem nos quais os alunos podem construir seu próprio conhecimento, pela possibilidade de uma maior interatividade do aluno com as atividades. Segundo este autor, professores de matemática relataram que as LD, por apresentarem recursos multimídia que ajudam os alunos a aprender, promovem possibilidades diferentes para explorar suas ideias e encontrar novos conceitos mais fáceis de assimilar, além de terem acesso a uma ampla variedade de informações. Alguns modelos de lousas apresentam o diferencial, quando comparado ao quadro negro tradicional, de terem uma superfície sensível ao toque dos dedos. Para Gomes (2011, p. 274):

Essa tecnologia propicia a professores e alunos a interação² com o conteúdo exposto na lousa e com as ferramentas apresentadas por ela, utilizando apenas o toque de um dedo na lousa, o que promove uma interatividade maior entre o professor e o aluno, entre os próprios alunos e destes com as informações contidas na aula que foi preparada pelo professor.

A LD pode ser um interessante aliado tecnológico para ajudar os professores a transformar o ambiente de sala de aula tradicional, que é centrado neles, em um ambiente interativo e colaborativo. Para Kalinke e Mocosky (2014), tem-se no horizonte uma nova ferramenta tecnológica que pode auxiliar para que haja avanços importantes em atividades educacionais. Por outro lado, sua inclusão não pode se dar sem que haja uma análise detalhada das suas especificidades e potencialidades, sob pena de uma subutilização que a coloque no patamar das tecnologias descartáveis. É preciso, também, preparar os professores para fazer uso desta e de outras TIC, preferencialmente, desde a sua graduação e não apenas em cursos de formação continuada.

2 Diferentemente do exposto na citação, registre-se aqui a posição teórica dos autores deste capítulo de que interação acontece entre dois ou mais indivíduos e interatividade acontece entre indivíduos e aplicativos/recursos. Ver mais sobre o assunto em Primo (2000), que faz uma discussão aprofundada sobre o uso destes termos na sociedade contemporânea e amplia tais definições.

Os estudos desenvolvidos no GPTEM indicam que as LD não são ferramentas neutras e que o seu impacto sobre a sala de aula é considerável. Elas interferem no ritmo das atividades, no trabalho do professor e na interatividade com o objeto de estudo. Estes resultados são corroborados por outros estudos, desenvolvidos tanto no Brasil quanto em países como Estados Unidos, Canadá, Portugal e Austrália, tais como os desenvolvidos por Carvalho e Scherer (2013), Gonçalves e Scherer (2012), Jones, Kervin e McIntosh (2011), Averis e Miller (2005), entre outros.

Observa-se, contudo, que, para que as potencialidades das LD sejam exploradas, elas devem ser utilizadas com o desenvolvimento e o preparo de materiais didáticos adequados. Para que a interatividade e interação sejam exploradas e se permita a criação de um coletivo pensante, estimulado pela possibilidade de interagir com os conteúdos a serem assimilados e que a reorganização do pensamento seja valorizada, é recomendado que os materiais utilizados na LD apresentem características específicas, que os coloquem na categoria dos objetos de aprendizagem.

OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Os OA são recursos educacionais que apresentam características próprias e que servem para o trabalho pedagógico com determinados conteúdos, também específicos. Segundo Northrup (2007), o termo objeto de aprendizagem foi possivelmente utilizado pela primeira vez por Wayne Hodgins quando nomeou seu grupo de trabalho de *Learning architectures, application programming Interface (APIs) and learning objects* (Arquiteturas de aprendizagem, interface de programação de aplicação (APIs) e objetos de aprendizagem). A partir dessa iniciativa, outros grupos e pesquisadores começaram a investir em pesquisas relacionadas aos OA, definindo-os e explicitando suas principais características. Tavares (2006, p. 13), por exemplo, os define como “[...] um recurso ou ferramenta cognitiva autoconsistente do processo ensino-aprendizagem, isto é, não depende dos outros objetos para fazer sentido”.

Estes recursos são relativamente novos no cenário educacional e ainda apresentam definições que, em muitos casos, são abrangentes o suficiente para englobarem qualquer conteúdo multimídia. Diversos autores concordam que eles apresentam algumas características comuns:

- a) são digitais (podem ser utilizados no computador e normalmente acessados pela Internet);
- b) são pequenos (podem ser aprendidos e utilizados no tempo de uma ou duas aulas);
- c) focalizam em um objetivo de aprendizagem único (cada objeto deve auxiliar os alunos a alcançar o objetivo específico).

Uma coleção de objetos pode ser reunida para representar um curso ou um corpo de conhecimentos (CASTRO FILHO, 2007). Audino e Nascimento (2010) destacam outras características dos OA que os tornam recursos interessantes para os processos pedagógicos. São elas:

- a) a capacidade que o objeto tem de ser acessado em qualquer lugar e utilizado em vários outros locais;
- b) não depende de outro objeto para fazer sentido;
- c) apresenta início, meio e fim, podendo ser reutilizados sem manutenção;
- d) apresenta interatividade;
- e) a capacidade de ser utilizado em diversas plataformas sem a necessidade de modificações ou alterações;
- f) a possibilidade de ser utilizado em conjunto com outros recursos e em contextos diferentes;
- g) a portabilidade, que lhe permite ser transportado em diversas mídias, como, por exemplo, pen-drives e *compact disc* (CDs).

Uma característica importante é a sua capacidade de ser reutilizável. Entende-se como reutilizável o OA que, quando finalizado, pode ser acessado novamente com outras atividades e desafios. Essa característica permite que sejam abordados outros aspectos sobre o assunto explorado, utilizando o mesmo recurso, possibilitando reorganizações do conhecimento e a construção de inteligência coletiva sobre o assunto estudado. O OA deve ser dotado de facilidade de uso, de tal forma que o aluno, ao se deparar com a atividade, já saiba o que deve fazer (arrastar, clicar, mover, entre outras), tendo que se preocupar apenas com o conteúdo matemático explorado no objeto. Desta forma, não há sobrecarga cognitiva com a compreensão da tarefa, e todo o potencial do aluno

pode ser direcionado à compreensão do fenômeno a ser estudado, tal como proposto em Mayer e Moreno (2003).

Para Wiley (2000), eles podem ser compreendidos como “[...] qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para suporte de ensino”. Para Muzio, Heins e Mundell (2001), um OA é um granular e reutilizável pedaço de informação independente de mídia. Machado e Sá Filho (2003) ampliam esta definição, acrescentando que os OA podem ser usados, reutilizados e combinados com outros objetos para formação de um ambiente de aprendizado rico e flexível. Já para Gallo e Pinto (2010, p. 3), o OA é “[...] um recurso virtual, de suporte multimídia e linguagem hipermídia, que pode ser usado e reutilizado com o intuito de apoiar e favorecer a aprendizagem, por meio de atividade interativa, na forma de animação e simulação, com aspecto lúdico”.

Mesmo com esta abrangência de definições, o entendimento do que seja um OA não parece estar claro. A fim de contribuir para este entendimento chegou-se, no GPTEM, a uma definição mais específica, que entende OA como sendo qualquer recurso virtual, de suporte multimídia, que pode ser usado e reutilizado com o intuito de apoiar e favorecer a aprendizagem, por meio de atividade interativa, na forma de animação ou simulação.

Os OA normalmente são encontrados em repositórios que armazenam diversos recursos digitais e podem ser acessados gratuitamente. Alguns repositórios foram desenvolvidos pelo Governo Federal³ a fim de incentivar o desenvolvimento, a utilização e a inserção das TIC nos processos educacionais. Outras iniciativas de governos estaduais, municipais e de universidades também deram origem a repositórios com os mais variados tipos de OA. Nestes ambientes é possível acessar e acrescentar recursos e OA que podem ser utilizados pela comunidade em geral.

A quase totalidade dos OA disponibilizados nestes repositórios foi desenvolvida para ser utilizada com o uso de computadores tradicionais e traz, neste suporte, bons resultados que podem, contudo, ser ampliados quando do seu uso nas LD, uma vez que elas permitem expandir as potencialidades de interatividade dos OA. A LD ampli-

³ Alguns destes repositórios:

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Rede Interativa Virtual de Educação. 2015. Disponível em: <<http://rived.mec.gov.br/>>. Acesso em: 01 nov. 2015.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Banco Internacional de Objetos Educacionais. 2015. Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>>. Acesso em: 01 nov. 2015.

fica as características de interatividade entre os usuários e os OA, e da interação entre dois ou mais usuários, fazendo com que se aproveite o melhor de cada um dos recursos (KALINKE; MOCROSKY, 2014). As características dos OA são destacadas na LD, pois, por se tratar de recursos que trabalham um único conteúdo, eles permitem uma proximidade maior do aluno com o objeto de conhecimento específico, por meio da combinação de diversas mídias, fazendo, destes recursos, auxiliares interessantes nos processos de aprendizagem.

Esse tipo de Objeto pode possibilitar ao aluno testar diferentes caminhos, acompanhar a evolução temporal das relações, verificar causa e efeito, criar e comprovar hipóteses, relacionar conceitos, despertar a curiosidade e resolver problemas, de forma atrativa e divertida, como uma brincadeira ou jogo. O OVA⁴ oferece oportunidades de exploração, navegação, descobertas estimulando a autonomia nas ações e nas escolhas do aluno (GALLO; PINTO, 2010, p. 4).

O objeto de aprendizagem permite explorar dinamicamente os conteúdos, facilita as conexões entre diferentes formas de representação de um conceito, possibilita conexões tanto com o conhecimento matemático quanto com as situações do dia a dia. Para Castro Filho (2007, p. 12), “[...] um bom OA deve criar situações interessantes para os alunos, mas que permitam uma reflexão sobre conceitos fundamentais em Matemática”.

Todas estas características mostram que os OA podem ser aliados do professor nos processos educacionais. Porém, para que suas características e vantagens sejam exploradas de forma a auxiliar na aprendizagem de algum conteúdo, é necessário que professores e alunos estejam envolvidos na atividade. Para tanto, quando se desenvolve ou se seleciona um objeto para aplicação em sala de aula, o professor deve estar familiarizado com o seu conteúdo e com o próprio recurso, entendendo como este funciona e antecipando as possíveis dificuldades que os alunos terão durante sua utilização. Um OA pode ser utilizado, por exemplo, para realizar simulações de situações práticas, que não podem ser facilmente observadas no espaço real ou que podem trazer riscos caso sejam praticadas. Por exemplo, pode-se selecionar um objeto que trabalhe com a visualização e interatividade de um fenômeno dinâmico, como o uso de escalas logarítmicas para medir a intensidade de terremotos. Nesta perspectiva o OA permitirá que o aluno teste, de maneira interativa, diversas possibilidades da atividade proposta, as quais, quando

⁴ Nesse caso, chamamos objeto virtual de aprendizagem (OVA) apenas de OA.

estudadas apenas com exposições teóricas, nem sempre estimulam a aprendizagem ou exploram as particularidades dos fenômenos estudados.

Por ser interativo, um OA pode conquistar mais facilmente a atenção dos alunos, e seu papel na aprendizagem passa a ser mais ativo. Pela manipulação dos elementos, o aluno passa a interagir com o objeto de estudo e pode desenvolver um senso investigativo importante para seu aprendizado.

Durante o processo de aprendizagem, o emprego de OAs na forma de animação⁵ pode caracterizar um enriquecimento significativo na capacidade associativa de uma nova informação apresentada, através de um contexto de representatividade oferecido por esses recursos. Além de auxiliar os professores na tarefa de contextualizar determinadas cargas de informação (MÜLLER; SCHÜTZ, 2013, p. 21).

Os estudos do GPTEM reforçam que as características dos OA são mais bem exploradas quando eles são utilizados nas LD. Porém, como elas ainda são novidades nas salas de aula, necessitam de maior aporte teórico e de OA desenvolvidos especificamente para elas, de forma tal que explorem todos os seus recursos em atividades educacionais de matemática. As TIC, então, não podem ser desvinculadas dos processos pedagógicos e também não podem estar inseridas neles de forma fragmentada. Devem, por outro lado, ser utilizadas de modo a complementar outros recursos que favoreçam e venham a contribuir na construção do conhecimento do aluno.

ALGUNS RESULTADOS

Os trabalhos desenvolvidos no GPTEM sobre LD e OA fornecem alguns resultados que podem ser apresentados, dando abertura para a continuidade das análises e aprofundamento das discussões sobre a inserção destas tecnologias em atividades escolares. Na sequência, serão apresentados, resumidamente, os resultados de três trabalhos desenvolvidos sobre estas temáticas, que tratam da formação de professores para o uso destes recursos, de como alunos do nono ano do ensino fundamental utilizam OA na LD para a aprendizagem de álgebra e de como professores usam a LD no ensino de matemática para alunos do ensino fundamental I. Ressalte-se que a existência teórica do coletivo seres-humanos-com-LD também foi estudada e compreendida como viável

⁵ Conforme nossa definição, um OA pode apresentar-se também na forma de simulação.

em um dos trabalhos do GPTEM, e a perspectiva desenvolvida neste trabalho ancorou boa parte do capítulo aqui apresentado.

FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Várias iniciativas estão surgindo com a finalidade de apoiar a implementação das LD no ambiente escolar. Algumas consequências dessas iniciativas já começam a ser observadas, em particular aquelas produzidas pelas universidades para introduzir o uso da LD junto aos professores em cursos de formação inicial ou continuada. Nos últimos anos, muitas universidades incluíram no currículo das suas licenciaturas, disciplinas que abordam o uso de tecnologias em processos educacionais, e algumas licenciaturas em matemática despontam positivamente neste cenário. Nelas, os alunos são levados a perceber como as TIC podem auxiliar em atividades de ensino e de que forma elas podem ser exploradas de modo a potencializar sua inserção em atividades pedagógicas.

Reconhecendo que a Lousa Digital pode proporcionar mudanças na prática do futuro professor, direcionou-se um olhar às perspectivas e possibilidades que podem surgir nessa relação. Para tanto, num trabalho desenvolvido como pesquisa-ação, foram analisadas quais as reações dos licenciandos em matemática durante os primeiros contatos com a LD e seus recursos. Acredita-se que a formação inicial do professor de matemática, conduzida na perspectiva do uso das tecnologias em educação matemática, pode sustentar uma atuação profissional diferenciada do futuro docente. Formar professores para o uso das TIC perpassa por proporcionar condições para que eles desenvolvam conteúdos nestas mesmas TIC, preparando-os para superar eventuais dificuldades técnicas e pedagógicas advindas deste uso. Para estudar esta situação, trabalhou-se com licenciandos em matemática que ainda não haviam tido contato com a LD, mas que eram familiarizados com tecnologias de forma geral e com os ambientes virtuais. Havia a intenção de observar suas reações frente a uma nova possibilidade tecnológica e de analisar como proporião atividades diferenciadas, caso estivessem ministrando aulas de matemática para o ensino fundamental ou médio, em salas de aula equipadas com LD.

Os alunos tiveram contato inicial com a LD pela leitura de textos introdutórios que relacionavam as características e as ferramentas disponíveis no *software* que acompanha a LD. Após a discussão destes textos eles puderam tomar contato com a LD de

forma direta em dois encontros, com duração de 150 minutos cada. A primeira atividade realizada nestes encontros foi técnica, relacionada a como conectar e calibrar⁶ a lousa para utilização. Na sequência, foram mostradas algumas ferramentas que permitem o uso de imagens, sons, simulações e animações nas LD. Um dos recursos trabalhados foi a possibilidade de interagir com gráficos representativos de funções tridimensionais construídos com o *software* Winplot. A escolha desse aplicativo se deu pelos seus aspectos visuais, com a intenção de mostrar aos alunos como a LD pode potencializar a atenção dos alunos quando são utilizadas representações de imagens tridimensionais em movimento, especialmente no ensino da matemática.

Os alunos rapidamente se mostraram interessados em interagir com a nova tecnologia que lhes estava sendo apresentada e começaram a explorar os recursos da LD e a propor novas ações, ficando livres para esta exploração e para propor atividades, havendo intervenções apenas quando solicitado. Os primeiros alunos que utilizaram a LD fizeram a exploração de vários recursos, mas sempre mantiveram o foco naqueles que apresentavam alguma relação com a matemática. Eles construíram figuras geométricas, mudaram as cores da linha poligonal e da sua região interna, tentaram construir sólidos geométricos e interagiram com estas figuras. Na sequência, um dos alunos propôs ao colega que estava na lousa que ele desenhasse um *smile*.⁷ Houve uma empolgação geral dos alunos, e várias sugestões foram dadas até que a figura proposta ganhasse forma.

Os alunos se mostraram envolvidos com os recursos da LD, em especial com a possibilidade de desenhar figuras geométricas e utilizar instrumentos virtuais de desenho geométrico, tais como a régua, o compasso e o esquadro, que estão entre as ferramentas disponíveis no *software* da LD. Após tomar conhecimento destas possibilidades, as falas dos alunos passaram a ter um enfoque mais técnico. Iniciou-se uma discussão sobre alguns problemas matemáticos que se tornariam mais fáceis de serem visualizados e, posteriormente, resolvidos, quando fossem utilizados os instrumentos apresentados. Houve discussões que foram se aprofundando, tais como sobre a construção de polígonos regulares e, quando foi discutida a construção de pentágonos regulares, várias sugestões foram dadas e houve um envolvimento completo da turma com a discussão em curso.

6 Calibrar a lousa digital é o processo que garantirá maior precisão na leitura da posição onde a caneta digital é colocada na área de projeção. Este processo deve ser feito sempre que o projetor for movido ou retirado do seu lugar de projeção.

7 É uma imagem, que traduz ou quer transmitir o estado psicológico, emotivo, de quem os emprega, por meio de ícones ilustrativos de uma expressão facial.

No último encontro houve uma retomada da discussão teórica sobre o uso dos recursos da LD em atividades de ensino de matemática, e as discussões giraram em torno das possibilidades de visualização e interatividade que a LD proporciona. Os futuros professores foram provocados a desenvolver, em forma de trabalho acadêmico, aulas de matemática que utilizassem a LD como suporte. Foram desenvolvidas oito propostas que abordaram os assuntos:

- a) círculo trigonométrico;
- b) funções exponencial e logarítmica;
- c) triângulos;
- d) binômio de Newton;
- e) triângulo de Pascal;
- f) teorema de Pitágoras;
- g) razão e proporção
- h) espiral equiangular.

As aulas sobre estes assuntos foram desenvolvidas com o uso de sites e dos aplicativos Geogebra (2015), Power Point, Word e Acrobat Reader (pdf). Este desenvolvimento foi individual e teve duração de cinco semanas. Ao final deste período, cada licenciando apresentou seu trabalho para os colegas. Todos os arquivos foram disponibilizados na web⁸ e podem ser acessados e utilizados por qualquer usuário interessado nestes assuntos.

Este trabalho trouxe à tona algumas questões, tais como sobre a importância da faixa etária dos alunos que participavam da disciplina para as observações e considerações. Como eram alunos familiarizados com as tecnologias, eles não tiveram receio de manusear a LD e, quando se deparavam com dificuldades, questionavam os colegas e tentavam superá-las com suas próprias experiências. Isso pode se justificar se os aceitarem como sendo nativos digitais, tal como proposto por Prensky (2001), e entender-se que estes indivíduos já passaram, como proposto por Tikhomirov (1981), pelo estágio de reorganização para o uso das TIC.

⁸ Disponível em: <<http://paginapessoal.utfpr.edu.br/kalinke/novas-tecnologias>>. Acesso em: 25 jun. 2014.

Outro aspecto a considerar é que todos os alunos que participaram das atividades tiveram contato com a LD sem demonstrar medo de errar ou de descobrir novos caminhos, como já havia sido relatado no trabalho de Gonçalves e Scherer (2012). O trabalho colaborativo possibilitado pelo uso coletivo das TIC, tal como defendido por Lévy (1999), também pode(ô) ser observado em diversos momentos. Quando do uso da LD, os alunos aceitavam as sugestões dos colegas, discutiam abertamente sobre as melhores opções e criavam soluções coletivas para os problemas propostos de forma que o resultado final fosse fruto de colaboração coletiva. Eventualmente, em turmas com mais alunos, pode-se encontrar dificuldades para que todos participem de forma ativa. Este tipo de comportamento precisa ser analisado em outros trabalhos, com públicos diferenciados.

Em alguns momentos houve indícios da existência dos coletivos seres-humanos-com-LD. Eles estiveram presentes, por exemplo, no trabalho de construção do *smile* e nas discussões sobre a construção de polígonos regulares. Pela análise dos trabalhos desenvolvidos, percebe-se que os futuros professores incorporaram os recursos disponíveis na LD para o desenvolvimento de propostas de atividades com turmas de ensino fundamental e médio. Isso dá indícios da sua disponibilidade em aceitar novos recursos e procurar novas estratégias para o ensino da matemática.

USO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM NA LOUSA DIGITAL PARA A APRENDIZAGEM DE ÁLGEBRA

Outro trabalho desenvolvido focou na existência de diferenças entre as estratégias utilizadas pelos alunos do 9º ano do ensino fundamental II na resolução de problemas de álgebra com o uso de lápis e papel em relação àquelas praticadas quando do uso de OA nas LD. O trabalho, desenvolvido na metodologia de pesquisa qualitativa, teve início com a exploração na literatura de textos que trouxessem contribuições sobre estratégias que os alunos praticam na resolução de problemas de álgebra, em especial relacionados à função afim, quando do uso de lápis e papel. Partiu-se do pressuposto que estas estratégias eram diferentes das utilizadas quando os alunos trabalham com OA na LD. A literatura utilizada indicou que boa parte dos alunos ainda não consegue se distanciar dos procedimentos aritméticos, visto que trabalham com eles até o 7º ano

de escolaridade. Dessa forma, o ensino de aritmética tem levado estudantes a apresentar esse pensamento mesmo quando lidam com a linguagem algébrica.

Dentre as estratégias de resolução identificadas quando do uso de lápis e papel, pode-se destacar aquelas que envolvem tentativa e erro, as que partem das informações apresentadas no problema para encontrar as desconhecidas, as que partem das informações desconhecidas e tentam chegar às informações dadas no problema e aquelas nas quais os alunos optam por dar valores às incógnitas apresentadas no problema. Foram ainda identificadas estratégias nas quais os alunos buscam traduzir diretamente as proposições-chave no enunciado do problema a um conjunto de cálculos aritméticos que poderá produzir a resposta. A literatura analisada revelou que boa parte dos alunos não trabalha com a linguagem algébrica na resolução dos problemas em lápis e papel. Das estratégias escolhidas por eles, a menos utilizada é a que necessita da representação pelo uso de incógnitas, e a mais utilizada é a que envolve procedimentos numéricos.

Para a sequência da pesquisa, foi-se a campo aplicar um OA relacionado ao conteúdo de função afim, na LD, em uma escola particular de Curitiba, PR. Assumiu-se que os OA trabalhados na LD podem auxiliar no processo de aprendizagem de álgebra, fazendo com que os alunos desenvolvam estratégias diferentes das utilizadas quando do uso de lápis e papel na resolução de problemas. Era intenção verificar quais estratégias seriam utilizadas quando do uso da LD e compará-las àquelas apresentadas na literatura já relacionada.

Ao propor a atividade foi, notória a motivação inicial dos alunos em querer participar e manusear a LD. O OA trabalhado foi a **máquina de funções**, que foi dominado rapidamente pelos alunos por ser bastante intuitivo. Esse objeto, entre outros aspectos, trabalha com o reconhecimento de regularidades numéricas e a lei de formação de funções.

Durante a aplicação do OA, uma das estratégias adotada pelos alunos foi a de trabalhar em duplas, sendo que eles dividiam naturalmente as tarefas para a realização da atividade. Percebeu-se a presença da interatividade (aluno-lousa digital) e da interação (aluno-aluno), algumas das principais características proporcionadas pela LD e defendidas por Nakashima e Amaral (2006).

Observou-se também que os alunos faziam os cálculos mentalmente e conseguiam perceber o que estava acontecendo com a função sem precisar escrevê-la ou repre-

sentá-la. Como o objetivo do OA era descobrir a lei de formação da função e completar uma tabela, os alunos ficaram permanentemente atentos aos resultados que apareciam em cada etapa, trabalhando com conceitos de regularidade, sequências numéricas e representação algébrica, conceitos que são fundamentais para um melhor entendimento da função afim. Essa atitude indica que os valores escolhidos por eles não eram aleatórios, não sendo usada, neste caso, a estratégia tentativa e erro, evidenciada nas resoluções numéricas para problemas algébricos e destacada na literatura.

Foi possível observar que, entre as estratégias escolhidas pelos alunos, as que mais se destacaram foram o trabalho em duplas e o cálculo mental. Estudar álgebra não consiste somente na manipulação de símbolos e equações. Seu ensino deve permitir, essencialmente, a construção de noções algébricas pela observação de regularidades em tabelas, gráficos e situações do cotidiano dos alunos (FREIRE; CASTRO-FILHO, 2006). Os dados da pesquisa em questão permitiram concluir que os alunos desenvolveram estratégias diferentes das evidenciadas nas resoluções com lápis e papel, e que a utilização de OA nas aulas de matemática pode contribuir para o desenvolvimento de algumas noções algébricas.

Houve ainda indícios da presença de coletivos pensantes e de estratégias de trabalho colaborativas, que não são comuns em trabalhos com lápis e papel. Isso dá indícios da possível existência do coletivo seres-humanos-com-LD e de novas estratégias sendo postas em prática.

PROFESSORES E O USO DA LOUSA DIGITAL PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA

Diversos estudos indicam que a diferença na inserção da LD em atividades educacionais reside na forma como o professor faz uso desses recursos (KALINKE; MOCROSKY, 2014; JONES, KERVIN; MCINTOSH, 2011; LÓPEZ, 2010; AVERIS; MILLER, 2005). Somente inserir a LD no ambiente escolar pode não garantir a utilização adequada dos recursos que ela proporciona. O professor deve assumir uma nova postura ao entender que o aluno nativo digital tem acesso a diversos recursos tecnológicos para construir o conhecimento e que essa característica, quando levada em consideração, pode potencializar os processos de ensino e aprendizagem.

Para que o potencial das TIC aplicadas à educação seja explorado é necessário que o professor as domine, e que as novas possibilidades presentes nesses recursos se tornem ferramentas de troca de informação e disseminação do conhecimento. Para investigar como os professores estão utilizando a LD em suas aulas de matemática, desenvolveu-se uma pesquisa com professores de turmas do 2º e 3º ano do ensino fundamental I. Desenvolvido numa metodologia de pesquisa qualitativa, o trabalho focou seu olhar sobre as atividades desenvolvidas por dois professores, aqui denominados professor A e professor B, que fazem uso da LD e lecionam no ensino fundamental I na cidade de Curitiba. Ainda que seja um recorte bastante específico da comunidade docente, ele pode dar indícios de como as TIC estão sendo inseridas neste nível de ensino e corroborar, ou não, outros trabalhos desenvolvidos na mesma temática.

Para realizar o trabalho foram assistidas, gravadas e analisadas aulas de matemática, desses dois professores, ministradas com o uso da LD. O objetivo amplo era avaliar as estratégias pedagógicas dos professores durante o uso dessa tecnologia. Era interesse observar se a LD estava sendo usada como um diferencial no processo de ensino ou se estava sendo utilizada apenas como um recurso auxiliar, que poderia ser suprimido sem perda de qualidade dos processos pedagógicos propostos. As aulas foram observadas numa escola particular de Curitiba, escola essa que vem utilizando a LD em suas atividades desde 2010, e que procura passar uma imagem de estar inserida no uso de TIC. Os dois professores, indicados pela coordenação da escola, estavam envolvidos com as novas tecnologias e eram usuários experientes da LD. Optou-se por este recorte especificamente para observar como professores experientes no uso desta tecnologia a estão inserindo em suas aulas.

Foi possível observar algumas situações interessantes e ricas sobre esta utilização. O professor A, quando utilizou a LD, preparou previamente os seus materiais com o auxílio do *Power Point*. No início das atividades, orientou como iria proceder e deu as informações necessárias para que os alunos conseguissem realizar as atividades. Durante a atividade, percebeu-se que o professor teve algumas dificuldades técnicas na utilização da LD. De início, ele precisou de auxílio do responsável pelo suporte para ligá-la e calibrá-la e, posteriormente, de orientação para utilização da caneta. Entretanto, em nenhum momento houve desconforto de sua parte. Ele mostrou já estar habituado a ter ajuda

do profissional de suporte. Sendo um docente considerado experiente no uso da LD, pode-se entender que, ou está acomodado com auxílio de uma pessoa especializada, ou não obteve a formação adequada para utilização do recurso.

O professor B, no início da aula, também mostrou dificuldades para ligar e calibrar a LD. Percebeu-se que, mesmo alegando que já utilizava a LD rotineiramente, o professor não possuía informações técnicas mais detalhadas sobre ela. O responsável pelo suporte, ao auxiliar o professor, identificou que um cabo estava conectado no local errado, por isso não se conseguia usar o equipamento. Após corrigir o problema com a conexão, o próprio professor calibrou a Lousa e mostrou segurança na sua utilização.

Em muitos casos, é comum professores não terem conhecimento suficiente sobre os novos recursos para sua utilização em sala de aula. Existe uma defasagem na formação de professores, quanto ao uso de tecnologias no ambiente escolar, defasagem que deveria ser trabalhada dentro das licenciaturas e também na formação continuada (KALINKE; MOCROSKY, 2014).

Uma das atividades desenvolvidas pelo professor A durante o acompanhamento das aulas foi sobre o sistema monetário, na qual os alunos deveriam analisar os preços de brinquedos e depois arrastar as imagens das notas de dinheiro que seriam necessárias para comprar o brinquedo escolhido. Os alunos puderam interagir com a LD e com o restante da turma, tornando a atividade atrativa e interessante. Houve indícios da rápida compreensão do conteúdo trabalhado. Gomes (2011) descreve a importância de a criança interagir com o conteúdo trabalhado, pois, ao participar das atividades pedagógicas, expressando sua opinião e seu conhecimento sobre o assunto estudado, consolida o conhecimento individual, ocorrendo também a construção do conhecimento coletivo.

O professor B usou a LD para uma aula sobre números decimais e não utilizou nenhum aplicativo ou *software* complementar. Optou por utilizar o *software* já instalado no equipamento, neste caso o *ActiveInspire*. O professor havia pedido, previamente, que os alunos medissem em casa sua própria altura e que calculassem a soma das alturas de todos os meninos da sala em seus cadernos, para posterior conferência dos cálculos na LD. Nessa aula o professor desenvolveu uma atividade que poderia ser desenvolvida no quadro tradicional. Em nenhum momento os alunos foram até a LD, não houve interatividade ou uso diferenciado da tecnologia. Os valores das alturas eram colocados na

LD e somados pelo professor, com os alunos na posição de ouvintes passivos dos cálculos realizados. A única participação dos alunos foi conferir os cálculos realizados na LD com aqueles desenvolvidos nos seus cadernos.

Contatou-se, de forma clara e inequívoca que, numa mesma escola, que alega ter capacitado seus professores para o uso desta tecnologia e que procura se destacar como uma escola que privilegia o uso de novas tecnologias, que os dois professores possuem compreensões distintas sobre as formas de utilização da LD nas aulas de matemática. É sabido que cabe ao professor escolher a melhor forma de utilizar a ferramenta e que, dependendo da sua mediação, ela poderá fazer a diferença e contribuir para o desenvolvimento da construção do conhecimento. Nas observações realizadas houve indícios de que um dos professores incorporou esta visão, enquanto o outro ainda usa a LD sem explorar seus diferenciais. Percebeu-se que a formação para o uso desta tecnologia focou apenas seus aspectos técnicos, e foi falha, uma vez que ambos os docentes tiveram dificuldades neste aspecto. Percebeu-se, ainda, pelas observações e pelos comentários dos docentes, que a capacitação focou apenas em como usar a LD do ponto de vista técnico. Não houve discussões sobre seus diferenciais pedagógicos ou como explorá-la de forma que ela seja um diferencial do ponto de vista pedagógico, e que esta formação precisa ser repensada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo procurou-se apresentar o que se está desenvolvendo no estudo de LD e OA no PPGECM, em especial nas ações do GPTEM. Apresentou-se o referencial teórico que fornece sustentação para o uso de TIC em atividades pedagógicas relacionadas à matemática.

Na sequência apresentou-se o resultado de alguns trabalhos realizados, entre os quais destacam-se os que apontam para a existência do coletivo seres-humanos-com-LD e para a necessidade de formação inicial e continuada dos docentes para o uso de OA e de LD. Percebeu-se também que, quando do uso conjugado de OA e LD, novas estratégias para a resolução de problemas são desenvolvidas pelos alunos e que os docentes necessitam de formação específica para este uso.

Novos estudos e pesquisas estão sendo desenvolvidos sobre estas e outras temáticas relativas à inserção de TIC em atividades de matemática. Espera-se que elas possam contribuir para o desenvolvimento da área e deste campo de estudo.

REFERÊNCIAS

AUDINO, D. F.; NASCIMENTO, R. S. Objetos de aprendizagem: diálogos entre conceitos e uma nova proposição aplicada a educação. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 5, n. 10, 2010.

AVERIS, D.; MILLER, D. The interactive whiteboard and the PGCE. **Mathematics Education Review**, n. 17, 2005.

BEEELAND, W. D. **Student engagement, visual learning and technology: can interactive whiteboards help?**. 2002. Disponível em: <http://chiron.valdosta.edu/are/Artmanuscript/vol1no1/beeland_am.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2014.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans – with – media and the reorganization of mathematical thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization**. New York: Springer, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de tecnologias educacionais 2011/12**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2011.

CARVALHO, S. F.; SCHERER, S. O uso da lousa digital: possibilidades de cooperação em aulas de matemática. Em **Teia - Revista de Educação Matemática e Tecnológica Ibero-americana**, v. 4, n. 3, 2013.

CASTRO FILHO, J. A. **Objetos de aprendizagem e sua utilização no ensino de matemática**. 2007. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/Html/mesa.html>. Acesso em: 10 jul. 2012.

FREIRE, R. S.; CASTRO-FILHO, J. A. Desenvolvendo conceitos algébricos no ensino fundamental com o auxílio de um objeto de aprendizagem. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 26., 2006, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBC, 2006.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **Computador interativo e lousa digital** (Projetor Proinfo). 2015. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/portaldecompras/index.php/produtos/computador-interatvo-projetor>>. Acesso em: 31 out. 2015.

GALLO, P.; PINTO, M. G. Professor, esse é o objeto virtual de aprendizagem. **Revista Tecnologias na Educação**, n. 1, jul. 2010.

GEOGEBRA. **Matemática dinâmica para se aprender e se ensinar**. 2015. Disponível em: <http://www.geogebra.org/cms/pt_BR/>. Acesso em: 01 nov. 2015.

GOMES, E. M. Uma experiência com o uso da lousa digital interativa por profissionais da educação infantil. **Educação Temática Digital**, Campinas, v. 12, p. 268-286, 2011.

GONÇALVES, M. J. S. V.; SCHERER, S. Desafios do ensinar e aprender matemática: uma experiência com o uso de lousa digital e applet no estudo de produtos notáveis. **Educação Matemática em Revista**, n. 37, 2012.

JONES, P. T.; KERVIN, L.; MCINTOSH, S. The interactive whiteboard: tool and/or agent of semiotic mediation. **Australian Journal of Language and Literacy**, n. 34, 2011.

KALINKE, M. A.; MOCROSKY, L. F. Lousas digitais – uma novidade no cenário das tecnologias de informação e comunicação. In: RICHT, A. (Org.). **Tecnologias digitais em educação: perspectivas teóricas e metodológicas sobre formação e prática docente**. Curitiba: CRV, 2014.

LÉVY, P. **A ideografia dinâmica: rumo a uma imaginação artificial?** São Paulo: Loyola, 1998.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LÉVY, P. **O que é virtual?** São Paulo: Editora 34, 1996.

LÓPEZ, O. S. The digital learning classroom: improving english language learners' academic success in mathematics and reading using interactive whiteboard technology. **Computers & Education**, v. 54, n. 4, p. 901–915, May 2010.

MACHADO, E. C.; SÁ FILHO, C. S. **O computador como agente transformador da educação e o papel do objeto de aprendizagem**. 2003. Disponível em: <<http://www.universiabrasil.net/materia/imprimir.jsp?id=5939>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

MAYER, R. E.; MORENO, R. Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. **Educational Psychologist**, v. 38, 2003.

MÜLLER, M. R.; SCHÜTZ, F. Considerações teóricas a respeito da animação como objeto de aprendizagem no contexto educacional. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, Medianeira, v. 1, n. 1, 2013.

MUZIO, J.; HEINS, T. E; MUNDELL R. **Experiences with reusable and learning objects: from theory to practice**. 2001. Disponível em: <<http://www.udutu.com/pdfs/eLearning-objects.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2012.

NAKASHIMA, R. H. R.; AMARAL, S. F. A linguagem audiovisual da lousa digital interativa no com texto educacional. **Educação Temática Digital**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 33-48, 2006.

NORTHRUP, P. T. **Learning objects for instruction: design and evaluation**. USA: University of West Florida, 2007.

PRENSKY, M. Nativos digitais, imigrantes digitais. **NCB University Press**, v. 9, n. 5, 2001. Disponível em: <<http://poetadasmoreninhas.pbworks.com/w/file/fetch/60222961/Prensky%20-%20Imigrantes%20e%20nativos%20digitais.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2014.

PRIMO, A. Interação mútua e interação reativa: uma proposta de estudo. **Revista Famecos**, n. 12, p. 81-92, 2000.

TAVARES, R. **Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem**. 2006. Disponível em: <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/port/trabalhos.htm>>. Acesso em: 13 jan. 2012.

TIKHOMIROV, O. K. The psychological consequences of computerization. In: WERTSCH, J. V. **The concept of activity in soviet psychology**. New York: M. E. Sharpe Inc., 1981.

WILEY, D. **The instructional use of learning objects**. 2000. Disponível em: <<http://www.reusability.org/read/>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

SOBRE OS AUTORES (em ordem alfabética)

ADRIANA RICHT

Professora da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS – Erechim). Membro do corpo docente e Coordenadora Adjunta do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFFS. Graduada em Matemática e Física pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, mestre e doutora em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Coordenadora do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática e Tecnologias (GEPEMAT). Atua na linha de pesquisa Processos Pedagógicos na Educação Básica.

BRUNA DEROSI

Professora do Ensino Fundamental II, na rede particular de ensino. Graduada em Licenciatura em Matemática pelo Centro Universitário Sant’Anna, especialista em Educação Matemática pela Universidade Nove de Julho e em Formação Pedagógica do Professor Universitário pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) e mestre em Educação Matemática pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Membro do Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática (GPTEM).

CARLOS ROBERTO VIANNA

Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e membro do corpo docente do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da UFPR. Graduado em Licenciatura em Matemática pela UFPR, mestre e doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (USP). Atua na área de Educação Matemática, com ênfase em História Oral e Educação Matemática, Filosofia da Educação Matemática e Alfabetização Matemática, principalmente nos seguintes temas: história da educação matemática no Brasil, didáticas e tecnologias na sua relação com a Filosofia da Educação Matemática, linguagens e alfabetização matemática.

EMERSON ROLKOSKI

Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e membro do corpo docente do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da UFPR. Graduado em Matemática pela UFPR, mestre em Educação pela mesma instituição e doutor em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Membro do Grupo de Pesquisa em História Oral e Educação Matemática (GHOEM). Atua na área de Educação Matemática, com ênfase em Formação de Professores, principalmente nos seguintes temas: tecnologia educacional, alfabetização matemática, história da educação matemática e políticas públicas.

FLÁVIA DIAS DE SOUZA

Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), e membro do corpo docente do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Graduada em Licenciatura em Matemática pela UFPR, mestre em Educação pela Pontifícia Universidade Católica (PUC-PR) e doutora em Educação pela Universidade de São Paulo (USP). Membro do Grupo de Estudos e Pesquisas sobre a Atividade Pedagógica (GEPAPe – FEUSP) e do Grupo de Pesquisa sobre Desenvolvimento Profissional Docente, da UTFPR. Atua na área de Formação de Professores e Educação Matemática.

JOSÉ CARLOS CIFUENTES

Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e membro do corpo docente do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da UFPR. Bacharel em Matemática pela Universidade Nacional de Engenharia de Lima, mestre e doutor em Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atua nas áreas Matemática, Filosofia da Matemática e Educação Matemática, nesta última especialmente pesquisando sobre a interdisciplinaridade entre matemática e arte e sobre a modelagem matemática.

LAÍZA ERLER JANEGITZ

Graduada em Licenciatura em Matemática pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) e mestre em Educação Matemática pelo Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Membro do Grupo de Pesquisa em Tecnologia em Educação Matemática (GPTEM). Atua na área de Tecnologia na Educação.

LUCIANE FERREIRA MOCROSKY

É professora da UTFPR e membro do corpo docente do Programa de Pósgraduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da UFPR. Doutora em Educação Matemática pela UNESP-Rio Claro, mestre em Educação pela UNESP-RC e graduada em Licenciatura em Matemática pela UEPG. É membro do GEFoProf-UTFPR (Grupo de Estudos e Pesquisa em Formação de Professores), GPTEM (Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática) e do Grupo FEM (Fenomenologia em Educação Matemática). Atua na área de Educação Matemática, com ênfase no Ensino de Matemática e na Formação de Professores que ensinam Matemática.

LUCIANE MULAZANI DOS SANTOS

Professora da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e membro do corpo docente do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Graduada em Licenciatura em Matemática pela UFPR, mestre e doutora em Educação pela mesma instituição. Líder do Grupo de Pesquisa Temperos de História em Educação Matemática (THEM) e membro do Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática (GPTEM). Atua na área de Educação Matemática, com ênfase em Matemática e Formação de Professores, principalmente nos seguintes temas: TICs e redes sociais na Educação, Tecnologia educacional, Alfabetização Matemática, História e Filosofia na Educação Matemática.

MARCO AURÉLIO KALINKE

É professor da UTFPR e membro do corpo docente do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da UFPR. Doutor em Educação Matemática pela PUC-SP, mestre em Educação pela UFPR e graduado em Matemática pela UTP-PR. É membro do GEFForProf-UTFPR (Grupo de Estudos e Pesquisa em Formação de Professores) e GPTEM (Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática). Atua na área de Educação Matemática, com ênfase em Matemática e Formação de Professores, principalmente nos seguintes temas: tecnologia educacional, internet e educação, internet e aprendizagem e formação de professores.

MARCOS AURELIO ZANLORENZI

Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR – Setor Litoral) e membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da UFPR. Graduado em Licenciatura em Matemática pela PUC-PR Doutor e mestre em Educação Matemática pela UFPR e. É membro do Grupo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas para o Desenvolvimento Sustentável do Litoral do Paraná e do Programa Parceria Universidade e Escola: Possibilidades de Desenvolvimento Profissional Docente, ambos da UFPR – Setor Litoral. Atua na área de Educação, com ênfase em Educação Matemática, principalmente nos seguintes temas: Formação de Professores, Filosofia da Educação Matemática, Interculturalidade e Educação Matemática e Educação do Campo.

MARIANA SILVA NOGUEIRA RIBEIRO

Assessora Pedagógica Tecnológica da Editora Saraiva. Graduada em Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), mestre em Educação Matemática pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Membro do Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática (GPTEM).

VALDIR DAMÁZIO JÚNIOR

Professor da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Graduado em Licenciatura em Matemática e mestre em Educação Científica e Tecnológica ambos pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Vice-líder do Grupo de Pesquisa Tempos de História em Educação Matemática (THEM). Atua na área de Educação Matemática, com ênfase em Matemática e Formação de Professores, principalmente nos seguintes temas: Tecnologia educacional, Epistemologia, Etnomatemática, História e Filosofia na Educação Matemática.

VANESSA DIAS MORETTI

Professora da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Graduada em Licenciatura em Matemática pelo Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (USP), mestre e doutora em Educação pela Faculdade de Educação da USP. Pesquisadora do Grupo de Estudos e Pesquisas sobre a Atividade Pedagógica (GEPAPe/USP) e líder do Grupo de Estudos e Pesquisa em Processos Educativos e Perspectiva Histórico-Cultural (GEPEDH) na Unifesp. Desenvolve pesquisas em Educação Matemática, focando especialmente a formação inicial e continuada de professores que ensinam matemática.

Fontes: Garamond Premier Pro (títulos , subtítulos e texto)
e Arial Narrow (quadros)
2015

Este livro apresenta um panorama atual de temas que enredam a pesquisa em Educação Matemática e que foram produzidos em conjunto com professores atuantes na linha de Educação Matemática do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM), programa este que conta com professores de diversas universidades, entre as quais se destacam a Universidade Federal do Paraná (UFPR), a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). O conjunto de textos traz algumas áreas de interesse, estudos que estão em desenvolvimento e pesquisas que já foram concluídas. Espera-se que os capítulos possam apresentar o programa, aspectos da sua produção, interesses, relações teórico/metodológicas, contribuindo para o fortalecimento da área de Educação Matemática como campo de pesquisa e para a familiarização e o aprofundamento dos temas tratados.

