

Sobre escritas ideográficas dinâmicas da história da Matemática

On dynamic ideographic writings in the history of Mathematics

Sobre escritas ideográficas dinâmicas en la historia de las Matemáticas

Iran Abreu Mendes¹  

RESUMO

Neste artigo, discuto a possibilidade de exploração pedagógica da historiografia da Matemática no ensino de Matemática via meios digitais, ou seja, um conjunto de meios que podem ser interconectados para representar o desenvolvimento histórico-conceitual da Matemática, vinculando-a a aplicativos digitais. Para argumentar a favor dessa premissa, tomei algumas teorias, experiências e reflexões advindas de ações docentes e pesquisadores acerca dessa temática, considerando que a historiografia da Matemática sempre foi estruturada na forma de escritas ideográficas dinâmicas, constituídas de linguagens que intencionam promover a comunicação humana, e que, a partir da segunda metade do século XX se conformaram como bases epistêmicas das TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação). Desse modo, é possível evidenciar movimentos em torno dos suportes manuscrito, tipográfico e holográfico, incorporados aos processos de comunicação humana.

Palavras-chave: História no ensino da Matemática; Escrita ideográfica; Ideografia dinâmica; Histórias digitais no ensino.

ABSTRACT

In this article I discuss the possibility of pedagogical exploration of the historiography of mathematics in the teaching of mathematics via digital means, that is, a set of means that can be interconnected to represent the historical-conceptual development of mathematics, linking it to digital applications. To argue in favor of this premise, I took some theories, experiences and reflections arising from teaching and research actions on this theme, considering that the historiography of mathematics has always been structured in the form of dynamic ideographic writings, constituted of languages that intend to promote human communication, and that, from the second half of the 20th century onwards, became the epistemic bases of ICT (Information and Communication Technologies). In this way, it is possible to highlight movements around manuscript, typographic and holographic supports, incorporated into human communication processes.

Keywords: History in mathematics teaching; Ideographic writing; Dynamic ideography; Digital history in teaching.

RESUMEN

En este artículo discuto la posibilidad de exploración pedagógica de la historiografía de las matemáticas en la enseñanza de las matemáticas a través de medios digitales, es decir, un conjunto de medios que se pueden interconectar para representar el desarrollo histórico-conceptual de las matemáticas, vinculándolas a las aplicativos digitales. Para argumentar a favor de esta premisa, tomé algunas teorías, experiencias y reflexiones surgidas de las acciones de enseñanza e investigación sobre este tema, considerando que la historiografía de las matemáticas siempre se ha estructurado en forma de escrituras ideográficas dinámicas, constituídas de lenguajes que pretenden promover la comunicación humana, y que, a partir de la segunda mitad del siglo XX, se convirtieron en las bases epistémicas de las TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación). De esta forma, es posible destacar movimientos en torno a soportes manuscritos, tipográficos y holográficos, incorporados a los procesos de comunicación humana.

Palabras clave: Historia en la enseñanza de las matemáticas; escritas ideográfica; ideografía dinámica; Historias digitales en la enseñanza.

¹ Doutorado em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Professor Titular do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará (PPGECM/UFPa), Belém, Pará, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Augusto Corrêa, 01, Campus Universitário do Guamá, Belém, Pará, Brasil. CEP 66075-110. E-mail: iamendes1@gmail.com

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O tema deste artigo me fez refletir, logo de início, sobre o conceito de *aldeia global*, desenvolvido por Marshall McLuhan há algumas décadas, para explicar a tendência de evolução do sistema midiático como elo de ligação entre os indivíduos num mundo cada vez menor perante o efeito das tecnologias da comunicação. Essa expressão conceitual me levou, também, a refletir que, desde os primórdios da nossa existência planetária, surgiram desafios para que pudéssemos existir e (re)existir como forma viva no planeta. As ideias humanas foram se materializando e as conexões entre pensamento, prática e prática-pensamento foram se interconectando, de modo a gerar compreensões e explicações sobre os processos de comunicação humana que envolveram e envolvem relações entre natureza, cultura, sociedade, ciência e técnica.

Mais recentemente, as operações técnicas foram se alterando entre técnicas, descrição técnica e reorientação de técnicas, por meio de novas práticas que fizeram surgir outros desafios, lançados à ciência e à sociedade em geral, principalmente nas décadas que se seguiram a partir da primeira metade do século XX. Trata-se do aparecimento das máquinas de pensar, idealizadas por Alan Turing (1912-1954), para decifrar enigmas da comunicação humana, cujos processos originaram as primeiras estruturas de codificação e decodificação de mensagens, nas quais as informações posteriormente originaram a ciência da computação e as denominadas de tecnologias de informação e comunicação (TICs). Segundo outro pensador mais contemporâneo, de sobrenome idêntico ao de Alan Turing, cujo nome é Dermot Turing,

A história da computação começa com os ábacos e os astrolábios e com a razão de se precisar dessas. Mais tarde as máquinas se tornaram mais complicadas e voltadas para aprimorar os problemas básicos da aritmética e da classificação. No século XX, o surgimento da eletrônica acelerou e miniaturizou a computação, possibilitando que se fizesse com as máquinas de calcular muito mais do que antes se imaginava. No século XXI, a explosão aconteceu: de repente, a computação trata de tudo (TURING, 2019, p. 8-9).

Por meio dessas interconexões que envolveram essa explosão computacional, que incorporou os mais diferentes campos de conhecimento, emergiram novos campos de pesquisa, produção de conhecimento científico e suas aplicações em busca de solucionar problemas. Até então, as soluções já existentes não haviam sido suficientes para atender aos desafios demandados nos contextos socioculturais e científicos.

Nesse mesmo momento surgiram, é claro, impactos de outra ordem que fizeram emergir novos problemas, ocasionando reinvenções na ciência para ampliar seus campos de abrangência técnica e, conseqüentemente, a renovação e inovação das tecnologias até então produzidas e utilizadas pela sociedade. É desse e nesse movimento que os estudos e pesquisas relacionados à história das ciências e das técnicas apontaram resultados já alcançados em outros tempos.

Os desafios que estavam sendo lançados na segunda metade do século XX originaram, assim, uma nova possibilidade de lidar com as situações novas, relacionadas à ciência da informação. O tratamento e a preservação das informações e dos patrimônios imateriais se ampliaram e se aperfeiçoaram, ou seja, foram refinadas as formas de escrita das histórias

sociais, científicas e técnicas, bem como as formas de utilizar essas histórias para abordar temas atuais, como a incorporação das tecnologias de informação e comunicação (TICs).

Das tentativas mais diversas, novas formas de registro e escritas foram surgindo e se ajustando, na medida em que os modos de escrita, até então existentes, se mostravam insuficientes para atender aos desafios sociocientíficos e tecnológicos demandados para a preservação, arquivamento, reorganizações e tratamento das informações. O movimento seguiu em um desafio contínuo, uma vez que é nessa *ciência do impreciso* que atuamos na produção de conhecimento acadêmico; é a partir dela que nos lançamos a mais um desafio: como utilizar as tecnologias de informação e comunicação, disponíveis atualmente, para operarmos nossas ações relacionadas ao uso da história da Matemática no ensino, a partir das pesquisas sobre esse tema?

Neste artigo me proponho a discorrer e discutir sobre as possibilidades de sistematizar e explorar pedagogicamente a historiografia da Matemática no ensino de Matemática, utilizando os meios digitais, considerando os modelos atuais de pesquisa e de produção didática que envolvem essas histórias da Matemática. A esse respeito, identifico a necessidade de pensarmos um pouco acerca do que fazer diante dos desafios postos no contexto acadêmico e escolar.

Como poderemos, então, organizar nossas interrogações, estudos, ações e reflexões, de modo a nos possibilitar propor encaminhamentos de utilização desse suporte advindo da informática e das ciências da informação, visando organizar procedimentos de ensino por meio dos quais a história da Matemática no ensino possa ocupar um lugar no ambiente virtual, em conexão com as mídias e meios digitais existentes e disponíveis atualmente?

Com base nas questões mencionadas anteriormente, mais adiante tomarei como base algumas teorias, experiências e reflexões já estabelecidas em minhas ações como professor e pesquisador envolvido nessa temática, para tratar do tema nas seções a seguir. Inicialmente, tomarei as proposições estabelecidas pelo canadense Herbert Marshall McLuhan (1911-1980), acerca dos avanços no desenvolvimento e usos de escritas ideográficas e a constituição de novas linguagens que fortaleceram a comunicação humana, a partir da segunda metade do século XX, a fim de evidenciar movimentos em torno dos suportes manuscrito, tipográfico e holográfico, incorporado aos processos de comunicação humana.

Em, seguida discorrerei sobre o sentido e significado da *ideografia dinâmica* idealizada por Pierre Lévy no fim da década de 1980, como uma forma de escrita que poderia ser inserida nos suportes técnicos contemporâneos, de modo a funcionar segundo o princípio de uma representação figurativa e animada por modelos mentais. Posteriormente, abordarei alguns conceitos e aforismos sobre as TICs, com base em McLuhan. Esse autor enfatiza que, nas relações referentes às tecnologias da informação e comunicação, deve-se levar em conta um grupo de conceitos e aforismos que compõem o corpo teórico-prático do fenômeno comunicacional.

Minha intenção é apontar alguns dos aparatos necessários para se expressar a história da Matemática para o ensino, associada aos meios digitais representados pela ideografia dinâmica. Por fim, mencionarei alguns exemplos concretos sobre interconexões envolvendo

tecnologias digitais e história no ensino de Matemática, possíveis de serem materializadas nas atividades escolares dentro e fora da sala de aula.

ESCRITA IDEOGRÁFICA: DO MANUSCRITO, DO TIPOGRÁFICO E DO HOLOGRÁFICO

A respeito do que mencionei no final da introdução deste artigo, evoco as ideias presentes no livro *A galáxia de Gutenberg*, publicado originalmente em 1962 e traduzido no Brasil em 1972, reiterando que seu autor, Marshall McLuhan, no referido livro já apresentava um estudo sobre a cultura manuscrita na Antiguidade e na Idade Média. Analisava e interpretava também a cultura da página impressa, ou seja, da cultura tipográfica posteriormente criada, para nos mostrar a potencialidade de reprodução das ideias por meio da cultura manuscrita, que criava um objeto reprodutor dessa cultura manuscrita, mas que se mostrou à época, como uma maneira mais acelerada, que instituiu um movimento de transformação cultural de representação e uso da cultura oral anterior, em direção às suas representações escritas e, posteriormente digitais, nas formas de escrita ideográfica estática e dinâmica.

O mundo dos gregos demonstra porque as aparências visuais não podem interessar um povo que não tenha antes “interiorizado” a tecnologia alfabética. [...] Hoje experimentamos tal série de novas tecnologias em nosso próprio mundo e, além disso, temos meios de observar tantas outras culturas, que somente grande falta de atenção o que nos poderia agora ocultar o papel dos novos meios de informação na alteração de posição e de relações de nossos sentidos (MCLUHAN, 1972, p. 77-78).

O excerto destacado na citação anterior deixa evidenciado que, já entre as décadas de 1960 e 1970, o autor estudava os efeitos psicológicos e cognitivos da imprensa sobre os membros da sociedade em diferentes momentos históricos, intencionando despertar a interpretação de todos para uma nova forma de comunicação humana, baseada nas teorias da informação e comunicação.

Para tanto, discorre sobre essa premissa, no sentido de asseverar que, a partir do momento em que os grupos sociais começaram a ter acesso às informações e a utilizá-las em suas atividades cotidianas, sua estrutura sociocultural não foi mais a mesma; passou a se transformar, uma vez que ocorreram alterações nos processos de comunicação dessas informações, que anteriormente eram somente transmitidas oralmente de um grupo a outro, no interior do próprio grupo sociocultural, ou seja, nas relações intracoletivas, ou nas interações com outros grupos por meio de relações intercoletivas, conforme estabelecidas por Ludwik Fleck (2010), ao discorrer sobre as dinâmicas históricas associadas ao desenvolvimento de um fato científico.

No decorrer nos períodos seguintes, tais transformações passaram a ocorrer em um movimento avançado, num processo de escrita e de reprodução dessa escrita, por meio de uma representação denominada de tipo holográfica, que concerne a uma representação tipográfica envolvendo imagens em três dimensões - construção de uma imagem tridimensional - produzida por um holograma. O objetivo era convencer a todos que as imagens corresponderiam à representação de um objeto real, ou seja, os objetos comunicados passariam a ser tratados como objetos reais em seu caráter semiológico, tal como sugerem Moles (1974) e Baudrillard (2015), ao tratarem das teorias dos objetos e seus sistemas de represen-

tação.

A tecnologia conta-nos uma história rigorosa dos objetos, onde os antagonismos funcionais se resolvem dialeticamente em estruturas mais amplas. Cada transição de um sistema para outro melhor integrado, cada comutação no interior de um sistema já estruturado, cada síntese de funções faz surgir um sentido, uma pertinência objetiva independente dos indivíduos que a utilizarão (BAUDRILLARD, 2015, p.12-13).

Para o autor, significa, portanto, que o objeto saía do manuscrito para entrar no impresso tipográfico, ocasionando aos humanos a influência do que fosse lido, influenciando na aprendizagem da leitura e interpretação do que fora lido. Isso porque, até então, tínhamos acesso apenas aos fatos e às histórias que nos contavam, assim como às notícias que nos davam, porque o acesso à leitura não existia, pois não existia escrita; o manuscrito era uma atividade exercitada por pouquíssimas pessoas que tinham um prestígio e recebiam um pagamento para fazer isso. McLuhan (1972) assevera, portanto, que o impacto teria sido imenso em seu sentido psicológico e cognitivo, a partir do momento em que a imprensa surgiu e quando a sociedade teve acesso a esse movimento; fato esse ocorrido na Idade Média, conforme destacado por Peter Burke (2003).

Na Europa medieval os professores universitários eram quase todos membros do Clero. A instituição relativamente nova da universidade fazia parte de uma instituição muito mais antiga, a Igreja. Não surpreende que seja comum apresentar a Igreja medieval como tendo exercido o monopólio do conhecimento. E também não devemos esquecer a pluralidade dos saberes, neste caso os diferentes saberes dos artesãos medievais (que tinham suas próprias instituições de ensino, oficinas e guildas), e dos cavaleiros, camponeses, donas de casa e outros. Todos esses conhecimentos eram transmitidos principalmente de maneira oral. Contudo, à época da invenção da imprensa, a alfabetização dos leigos já tinha longa história na Europa ocidental (BURKE, 2003, p. 39).

A respeito dessa parte relativa à história social do conhecimento, mencionada anteriormente por Peter Burke (2003), compreendo que o autor se refere às consequências da impressão tipográfica em meados do século XV, com a invenção da imprensa de Gutenberg (cerca de 1439 e 1440) com base na combinação de tipos móveis (símbolos gráficos moldados em chumbo), nos quais era passada tinta à base de óleo de linhaça para imprimir em papel por meio de uma prensa movimentada por uma barra de madeira.

É nesse sentido que, historicamente, as construções matemáticas são representadas por meio de múltiplas modalidades de expressões (aritmética, geométrica, algébrica, matricial, funcional, topológica, etc.), e que constituíram e constituem as escritas ideográficas que compõem os sistemas semiológico-matemáticos conjugadores de pensamentos, práticas e linguagens, simultaneamente, como manifestação e representações de objetos do mundo real em suas relações intercontextuais, que envolvem esses elementos já mencionados – pensamentos, práticas e linguagens em interações de grupos socioculturais, se entrelaçados no engajamento entre práticas que envolvem domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento cotidiano, escolar e científico.

É importante destacar que esse movimento ocorre na cultura e que entrou novamente em mudança no princípio do século XX, com o advento das revoluções tecnológicas e as suas transformações processadas ao longo do mesmo século, de modo a ampliar o que McLuhan denominou de galáxia de Gutenberg, por meio de novas formas de representação

– a cultura da Era Eletrônica e o Renascimento das formas orais da civilização, posteriormente explicitados pelos primeiros computadores até aos atuais celulares e smartphones.

Vignaux (1995) destaca que, historicamente, um dos primeiros trabalhos relacionados à inteligência artificial, na perspectiva das interconexões mencionadas anteriormente, começaram a tomar um formato mais aproximado ao que temos atualmente, quando Alan Turing estabeleceu um modelo teórico de máquina que aliava simplicidade a uma potência extraordinária, ao mesmo tempo que traduzia as operações que um computador clássico faria, pouco tempo depois.

As abordagens matemáticas da lógica começaram a configurar a computação. George Boole criou um sistema simbólico para escrever proposições e deduzir outras a partir delas. No início do século XX, houve tentativas de traduzir toda a matemática em símbolos computáveis, mas Kurt Gödel e Alan Turing demonstraram que havia limites fundamentais a isso. Turing definiu um modelo de máquina de computação “universal” em seu artigo sobre proposições computáveis; também ficou claro que os circuitos elétricos se comportariam logicamente de acordo com o sistema de Boole (TURING, 2019, p. 51).

Ainda sobre esse assunto, Dermot Turing (2019, p. 51) destaca que a lógica estava no centro da computação. Encontrar um modo eficaz de exprimir conceitos lógicos e, mais importante ainda, colocá-los numa linguagem que uma máquina pudesse entender foi o principal problema a ocupar os matemáticos e filósofos do início do século XX.

Portanto, conclui-se daí que o embrião da estruturação das escritas ideográficas dinâmicas está na organização das lógicas comunicacionais que expressavam as proposições computáveis daquele momento inicial. Nascia, então, uma nova cultura computacional que superava o ábaco, as calculadoras mecânicas de Pascal, as régua de cálculo e outras tentativas para computar, classificar, ordenar e arquivar informações. Trata-se, então, dos novos processos de comunicação por meio das máquinas de pensar, uma vez que

No mundo antigo, a arte da escrita secreta era cultivada do mesmo modo como determinadas profissões desenvolveram um jargão próprio e gangues usam gírias – como insígnia de identificação e para excluir os de fora. Mas, quando a guerra ficou mais sofisticada, os códigos e cifras se tornaram uma arma essencial para transmitir estratégias e outras informações vitais sem entregar o ouro ao inimigo (CIMINO, 2018, p. 11).

O excerto mencionado anteriormente nos leva a interpretar que a arte da escrita sempre representou um dos momentos do processo de comunicação humana, que poderia ser aberto ou não a todos, a depender do que se queria comunicar e para quem. Esse movimento significa, portanto, que para criptografar mensagens é melhor não depender de um livro de códigos que possa ser capturado pelo inimigo. O melhor é decorar o método de codificação. Essa, talvez, seja uma das características da escrita ideográfica.

Sobre os processos de comunicação humana, o movimento apontado por McLuhan (1964; 1972) como sendo algo que apareceu na sociedade desde sempre, e que se acentuou na Antiguidade, corresponde à reconstrução da cultura da comunicação desde o aparecimento do alfabeto, para se compreender a imensa transição ocorrida com a introdução da imprensa, do jornal e do livro, e também nos mostra uma visão da reconfiguração da galáxia de Gutenberg com os novos meios de comunicação de nossa Era eletrônica digital. A tudo

isso, junta-se a forma nova de apresentar a evolução cultural comunicacional do mundo, mediante a apresentação dos fatos em configurações sucessivas, sob a forma de mosaicos no curso dos acontecimentos.

No caso da Matemática, a criação, assimilação e interiorização das tecnologias dos alfabetos matemáticos expressos pela aritmética, álgebra, geometria, funções, etc., até a primeira metade do século XX, constituíram o aparato tecnológico necessário para uma primeira tentativa de diálogo entre o conhecimento produzido historicamente e as tecnologias de informação e comunicação, estabelecidas após a segunda guerra mundial, possibilitando uma nova (re)criação, assimilação e interiorização e renovação dos mesmos alfabetos matemáticos, por meio de outras linguagens advindas dessas tecnologias de informação e comunicação – novas escritas ideográficas e o surgimento de ideogramas.

Esse movimento, portanto, significou a inserção dos processos construtivos das novas representações matemáticas em uma escrita ideográfica dinâmica, por meio das tecnologias digitais, que se configuraram na virada do milênio, no fim da década de 1990, por meio das propostas de Pierre Lévy (1997) acerca da ideografia dinâmica. Mas, afinal, do que se tratava?

SOBRE O SENTIDO E SIGNIFICADO DA IDEOGRAFIA DINÂMICA

A partir do fim da década de 1990, foi lançada por Pierre Lévy uma proposta de materialização das operações computacionais ligadas à informática, quando o autor associou a escrita ideográfica em suporte fixo às telas interativas, para possibilitar novas expressões visuais do pensamento em processo. Ou seja, nas dimensões pensamento-prática, que poderiam ser manipulativas ou não, mas condicionadas às programações pré-estabelecidas parcial ou totalmente. A proposta de uma abordagem teórica original da dinâmica da linguagem e do pensamento, levou Pierre Lévy (1997) a lançar um programa de investigação futura como complementar do programa de pesquisa sobre a inteligência artificial associado à informática.

Daí nasceu a ideografia dinâmica, não como uma linguagem de programação, mas sim como um novo tipo de meio processual a ser admitido como um universo de convivência com representações de objetos e movimentos, com uma linguagem que interconectasse imagens animadas para a comunicação entre os humanos, ou seja, possibilitasse alargamentos cerebrais na comunicação entre uma diversidade de mundos, em consonância com as realidades oferecidas por esses mundos. Assim, a ideografia dinâmica tornou-se, segundo Lévy (1997, p. 11),

[...] um duplo estatuto [estruturado] de um lado por um projeto de engenharia de software do domínio da interface homem-máquina e por outro é um ser fictício na forma de uma máquina hipotética para explorar o mundo dos signos e da cognição [humana].

Tal exploração do mundo dos signos possibilitaria a renovação da escrita a ser inserida nos suportes técnicos contemporâneos, de modo a funcionar segundo o princípio de uma representação figurativa e animada por modelos mentais, em vez de repetir a linguagem fonética sobre um plano visual, como acontecia e ainda acontece com o alfabeto

gramatical ou matemático.

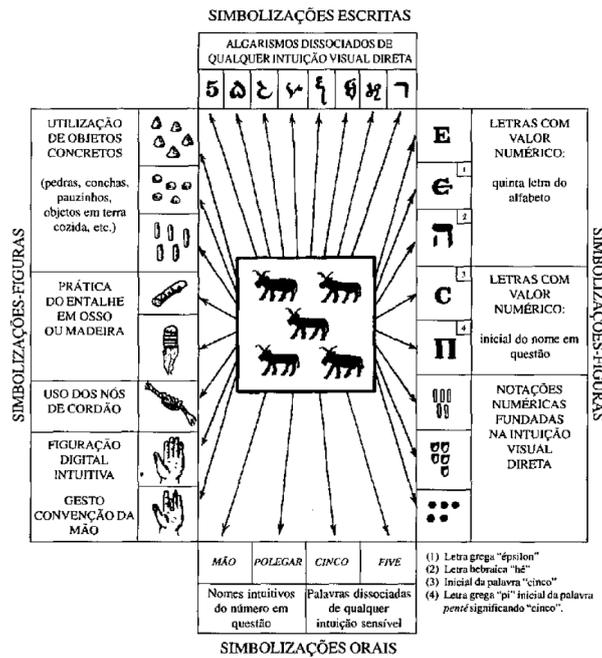
Tratava-se de fazer da imagem animada uma tecnologia intelectual autônoma, que pudesse contribuir para a invenção de uma cultura informático-midiática crítica e imaginativa, conforme salientado por Lévy (1997). Entretanto, para nos inserirmos nesse modo de pensar e fazer, idealizado na ideografia dinâmica, surgiu uma questão decisiva: de onde viria a matéria-prima representada pelos códigos, símbolos, princípios, métodos, linguagens e lógicas para se reinventar novas escritas ideográficas e os mais diversos ideogramas que povoariam e continuariam a povoar o mundo virtual, como, por exemplo, no caso da Matemática?

Nesse momento, considero necessário recorrer ao que McLuhan (1972) entende por meio, que pode ser definido como tecnologia. Um meio de comunicação é mais uma extensão das técnicas, pois cada uma das tecnologias produz um contexto sobre o mundo vivo, ou seja, sobre a organização das sociedades, propondo uma ideologia, uma visão específica desse mundo inventado, a partir do contexto produzido. Para tanto, partiu-se do pressuposto de que a invenção da escrita teria permitido a criação de impérios. E muitas tecnologias, como a máquina a vapor, possibilitaram a expansão capitalista, assim como a eletricidade possibilitou a conexão mundial, criando o conceito de *aldeia global*, conforme enunciado por McLuhan.

A imprensa, a máquina a vapor, as tecnologias digitais atuais (especialmente nas plataformas que fornecem para a comunicação, como nas redes sociais) são exemplos de inovações que foram extremamente rápidas na sua adoção generalizada e no efeito exercido na sociedade e na sua história. [...] As redes sociais atuais criaram uma ágora universal cujos efeitos ainda não se fizeram integralmente sentir (GRAYLING, 2021, p. 71-72).

Para exatamente constituir o que alguns autores denominaram de escritas ideográficas, Lévy (1997) destaca que o ideograma passava a ser uma forma de escrita ideográfica. Nessa base, todas as formas de representação do número, identificadas no meio dos documentos históricos da Matemática, aos quais temos acesso, tais representações significam em cada momento histórico registrado aquilo o que as escritas ideográficas, desde os estudos sobre as pinturas rupestres nas cavernas até as tentativas de sair dos manuscritos para a tipografia, passaram a compor: as múltiplas modalidades de expressões tomadas na estruturação do campo conceitual da Matemática. Nesse sentido, ao longo da nossa história, a escrita da Matemática registrou uma diversidade de ações, muitas delas no campo da aritmética, como nos mostra Georges Ifrah (1997a; 1997b) nos dois volumes de sua *História universal dos algarismos* (figura 1).

Figura 1. Representações numéricas

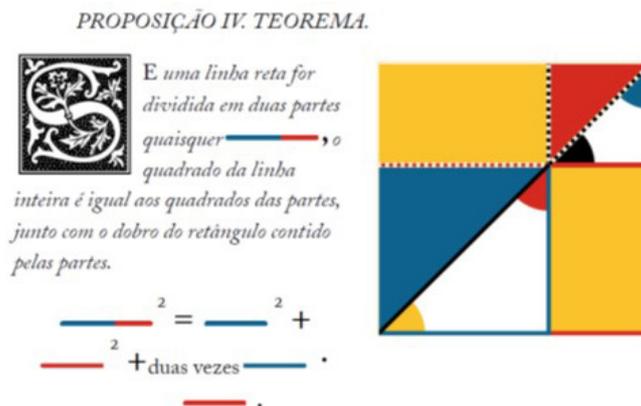


Fonte: IFRAH, 1997, p.46

Nos dois volumes da obra de Ibrah, mencionados anteriormente dos quais podemos tomar como exemplo uma ampla variedade de representações relativamente às representações pictóricas, gráficas e simbólicas (por meios de signos linguísticos) dos números e os mais diversos algoritmos concernentes às operações aritméticas.

No que se refere à geometria em suas trajetórias originais, desde as primeiras representações até o que temos atualmente, podemos considerar que há recorrências no desenvolvimento de uma multiplicidade de representações das formas lineares, planas e espaciais, assim como das relações geométricas, aritmo-geométricas e algébrico-geométricas que fizeram ampliar criativamente as abordagens relacionadas aos objetos matemáticos como manifestação interpretativa de significados para os objetos do mundo real. Trata-se das escritas ideográficas que se conjugaram na apresentação de sistema semiológico da Matemática, que expressa uma linguagem materializada na escrita ideográfica, por meio de processos de refinamento das expressões que conjugaram pensamentos, práticas e linguagens (Figura 2).

Figura 2. Prova geométrica do Teorema IV do livro II dos Elementos de Euclides



Fonte: Oliver Byrne (1847)

No princípio do século XX houve uma mudança em que as revoluções tecnológicas advindas dos séculos anteriores operacionalizaram transformações na cultura humana, incluindo a cultura científica e o modo de pensar e viver em um contexto dessa revolução, transformando modos de pensar, de ser e estar naquele novo momento-ambiente e processar uma nova forma de pensar e agir e, portanto, uma nova cultura, que é a cultura da tecnologia emergente naquele momento. Significa que a cada momento uma cultura tecnológica emergente faz com que transformemos nosso modo de pensar, agir e representar esse movimento processual. Para McLuhan, já em 1972 essa nova cultura significava ampliar a Galáxia de Gutenberg, representada como um campo alegórico centrado na criação da imprensa e sua ampliação nos modos de expressão e representação do conhecimento produzido socialmente, com fins de sua perpetuação, por meio dessa nova cultura: a cultura da Era Eletrônica, posteriormente denominada cultura digital.

Trata-se do renascimento das formas de comunicação, geradas com o advento dos primeiros computadores, nas primeiras normativas de produzir os primeiros protótipos dessas máquinas, e o desafio de criar o que na época era chamado de cérebro eletrônico, por meio dos quais se iniciaram experimentações intencionadas em materializar uma máquina de pensar anunciada anteriormente por Alan Turing.

Tal máquina foi uma temática abordada por McLuhan na galáxia de Gutenberg, ao afirmar que se tratava de uma reconstrução contínua da cultura ligada à comunicação tecnológica, assentada em novos meios, códigos e processos comunicacionais, criados a partir da década de 1950. Interpreto que se tratava das primeiras formas de representação de acontecimentos e de novas conclusões sobre determinados aspectos do conhecimento por meio daquelas novas tecnologias. No caso da Matemática, aquelas tecnologias foram formatadas levando em conta os conhecimentos produzidos a respeito da criação dos alfabetos matemáticos expressos pela lógica, aritmética e álgebra, mas sempre que necessário, conectados às geometrias e funções estudadas até aquele período.

Esse movimento significou o auge dos ciclos de criação de novos alfabetos, que possibilitaram a criação de espaços de representação das comunicações em transformação conjugada, desde o suporte tipográfico da imprensa de Gutenberg em direção aos processos holográficos, como expressão de criação, recriação, assimilação, interiorização e renovação dos mesmos alfabetos, por meio de outras linguagens continuamente atualizadas. É, portanto, a partir do surgimento dos primeiros computadores que foram se constituindo outras linguagens, advindas do que denominamos atualmente de tecnologias da informação e comunicação (TICs), o que posteriormente, entre as décadas de 1980 e 1990, passaram a constituir novas escritas ideográficas e novos hologramas, denominadas por Pierre Lévy como ideogramas.

Esse movimento possibilitou a inserção de novos processos construtivos da Matemática em uma escrita ideográfica dinâmica, denominada por Lévy (1997) como ideografia dinâmica. Para Lévy (1996), o espaço-ambiente virtual não se apresenta como oposição ao mundo real, nem se fixa em estar ou não no presente. Lévy trata da virtualização do corpo, do texto e da economia, nos quais os sistemas de realidade virtual transmitem, mais do que imagens, uma quase presença. Constitui-se, então, um corpo coletivo, mundializado pelas

redes digitais do planeta, como na aldeia global de McLuhan (1972), onde os ambientes passam a ser desterritorializados. A tela do computador é a superfície de um planeta-universo virtual que se constitui como uma nova máquina de ler, por meio da qual são lidas, ouvidas e apreciadas as imagens, constituindo os ideogramas criados e identificados em redes de comunicação, operacionalizados e transformados pelos próprios usuários.

Conforme identificado nos trabalhos de Lévy (1997; 2004), tal operacionalização do pensamento por meio das TICs só se tornou possível com a criação e implementação das tecnologias digitais, então materializadas pelos ideogramas, que passaram a se constituir em outro processo de construção informática, no momento em que foram criadas possibilidades para que a escrita ideográfica dinâmica se constituísse no alfabeto da tecnologia digital transversalizante para uso em todos os campos de conhecimento.

O surgimento de um alfabeto da tecnologia digital inaugurava um movimento que pode ser considerado como um processo que originou a ideografia dinâmica, no final da década de 1990. Naquele momento, a informática estava alcançando seu auge inaugural com uma necessidade de mudar a linguagem estática para uma linguagem dinâmica, porque a tela do computador começava a ter um sentido ambiental apropriado para a inserção de objetos tridimensionais, como o pontapé da ideografia dinâmica. Nesse sentido, a linguagem *Logo* dava o sinal de abertura da trilha, que em brevíssimo tempo se transformaria em uma autoestrada informacional construída pelos ideogramas, que constituiriam a nova escrita da galáxia iniciada por Gutenberg meio século antes, para ampliar as sociointerações na aldeia global.

Tratava-se de um movimento para se pensar um programa de trabalho e pesquisa que contribuísse para sairmos do suporte fixo, representado pelo papel dos manuscritos e da imprensa (tipografia reproducionista), para um suporte interativo das telas, que possibilitasse uma expressão visual e movimental do pensamento (dinamizadora), ou seja, o usuário poderia imaginar, ver a imaginação acontecer na tela do computador, para interagir investigativamente com ela. Essa seria uma atividade de interação pessoal com a tela, que é a base dos atuais games. Naquele momento, a proposta epistemológica anunciada por Pierre Lévy se apresentava como uma possibilidade original de abordagem dinâmica na interação linguagem-pensamento-linguagem ao mesmo tempo.

Assim, Lévy lançou seu programa de investigação futura no final da década de 1980, que foi publicado no início da década de 1990, sob o título de *Ideografia Dinâmica: para uma inteligência artificial?*, originalmente em francês em 1991. Naquele momento, o autor se questionava a respeito da possibilidade de um programa referente à inteligência artificial, associado à informática. Na década de 1990, as propostas epistemológicas para ampliar suas teorias, que serviriam de base para a informática comunicacional em ambiente virtual, se ampliaram com a publicação de suas novas ideias, relacionadas às tecnologias da inteligência (LÉVY, 1993); o que é o virtual (LÉVY, 1996) e Cibercultura (LÉVY, 1999).

Com base na racionalidade proposta por McLuhan (1972) e Lévy (1997), nos desafiamos a inserir aspectos conceituais relacionados ao desenvolvimento histórico da Matemática nesse movimento inaugurado por Lévy (1993; 1996; 1999), não como uma linguagem de programação, mas sim como um movimento em ambiente virtual, no qual as linguagens

imagéticas de representação da Matemática historicamente construídas possam ganhar vida (dinâmica) em uma nova forma de escrita – a escrita digital em transformação, nos suportes técnicos dos computadores atuais, para representar formas figurativas animadas, modelos mentais imaginados, ou seja, materializar o que se imagina, de modo que ganhe uma dinâmica “real” na tela para se poder conviver no movimento ideográfico dinâmico.

A base adotada para pensar sobre uma prática relacionada à escrita digital da história da Matemática para o ensino está apoiada em proposições dos dois autores citados no parágrafo anterior (McLuhan e Lévy), fundada nas interconexões envolvendo as TICs, na busca de comunicar processos investigativos que contenham problematizações, indagações e criações matemáticas estabelecidas historicamente, a fim de obter encaminhamentos matemáticos conceituais e didáticos que possam promover uma aprendizagem compreensiva, fundada no desenvolvimento histórico e epistemológico de temas matemáticos.

Entretanto, para levar a cabo as intenções e vontades de conhecimento prático a esse respeito, se faz necessário estabelecer as bases de constituição e sustentação do modo de pensar e agir a respeito da escrita digital da história da Matemática para o ensino. Um primeiro passo é delinear conceitos e princípios sustentadores da proposta. Assim sendo, a seguir discorrerei sobre conceitos e aforismos relacionados às TICs, segundo McLuhan, tendo em vista sua incorporação na estruturação de uma proposta a ser encaminhada mais adiante acerca desse assunto.

CONCEITOS E AFORISMOS DE MCLUHAN SOBRE AS TICS

Em sua *galáxia de Gutenberg*, McLuhan assevera que as tecnologias da informação e comunicação têm alguns conceitos e aforismos, que precisam ser pensados, criticados e levados em conta para concretizar exercícios de criação e uso das interconexões pretendidas por nós nas concretizações de ambientes matemáticos virtuais, promotores de aprendizagem por meio da ideografia dinâmica, como uma representação da imaginação artificial. Nesse sentido, o autor assevera que o marco inicial dos enunciados contém uma premissa: *o meio é a mensagem*, ou seja, a mídia – o espaço virtual que temos; a tela do computador é por si só a mensagem, porque tudo o que aparece nela já representa um comunicador dialogando conosco, como se a tela do computador representasse uma pessoa qualquer, uma entidade qualquer dialogando conosco.

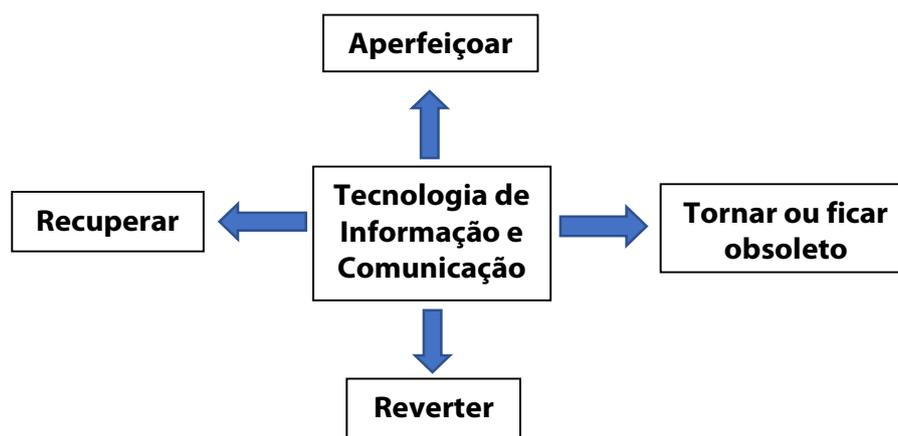
Assim sendo, para McLuhan (1964; 1972), afirmar que *o meio é a mensagem* significa asseverar que se trata de um bom ponto de partida para compreender o universo digital, uma vez que um meio transforma o seu conteúdo e toda nova tecnologia cria um novo ambiente. Logo, se o meio é a mensagem, *o usuário é o conteúdo*, pois cada usuário de um meio incorpora o que lê, vê e/ou ouve de acordo com seu conhecimento de fundo, suas próprias categorias e sistemas de valores, e faz do conteúdo algo útil e relacionado às suas próprias necessidades e capacidades. McLuhan (1972) reitera, ainda, que, ao servirem como veículo de transporte da mensagem, os usuários determinam o conteúdo de todas as mídias pela sua capacidade de interpretar tudo o que se manifesta.

Esse movimento significa que, em determinada época, e ainda hoje, o usuário (ser humano) viajava através de um meio eletrônico, como televisão, rádio ou telefone e, assim,

tornou-se o seu conteúdo, posto que literalmente criam a maior parte dos conteúdos dos meios interativos mais antigos (carta ou telefone, por exemplo) e a maior parte dos conteúdos postados atualmente na internet. Por essas razões (racionalidades), em suas teorizações, McLuhan sustentou que cada meio diferente é uma extensão dos sentidos, que afeta o indivíduo e a sociedade de maneiras distintas, pelo impacto desses sentidos na geração de significados novos, permanência ou exclusão de antigos, bem como a consolidação de outros que começam a emergir. Em sua época, muitos enunciados e teorias lançados por McLuhan foram considerados impenetráveis e mesmo absurdos. Entretanto, sua mensagem central é que, *para entender o mundo de hoje, é indispensável estudar os processos da mídia, para verificar se permanecem mais verdadeiros na Era Eletrônica atual.*

Além dos conceitos e aforismos enunciados por McLuhan (2012) acerca das TICs, o autor propôs sua *teoria tetrádica*. Essa teoria prevê quatro efeitos provenientes da introdução de um novo meio no contexto social: 1) aperfeiçoar: a amplificação de alguns aspectos da sociedade; 2) obsolescência – tornar ou ficar obsoleto: o envelhecimento de aspectos da mídia dominante antes da emergência do novo meio; 3) reverter: a proeminência de aspectos tornados obsoletos previamente; 4) recuperar: a revitalização de mídias em consequência do pleno desenvolvimento do potencial do novo meio.

Figura 3. Descritor elaborado pelo autor para adaptar a teoria tetrádica de McLuhan



Fonte: Elaboração própria do autor

As interconexões entre as duas visões teóricas de McLuhan e Lévy, estabelecidas anteriormente, me fizeram compreender que, quando as TICs estendem ou prolongam nossos sentidos e significados acerca dos objetos, nossa cultura tecnológica sofre uma transformação tão rápida quanto rápido for o processo de interiorização das TICs em nossas atividades sociais, profissionais e científicas. Tal transformação fica bem evidente quando verificamos que, no século XX, o confronto entre as duas faces de cultura: a alfabética e a eletrônica, emprestou à palavra impressa (processo tipográfico no papel) um valor fundamental em deter o retorno à nossa história anterior à escrita como cultura, ditando a necessidade de estabelecermos novos modos de compreender a estrutura organizacional de escrever (digital), ler e refazer um texto na tela do computador (um pouco diferente da máquina datilográfica), de ler, de passar e voltar as páginas de um texto na tela, e até nas formas de marcar e destacar partes interessantes do texto. O que fizemos com relação a essas ações na era digital?

O QUE FAZER DIANTE DESSE QUADRO?

Nessa dinâmica inserida nesse novo quadro referente à escrita ideográfica dinâmica, uma das ações desafiadoras foi criar modos de explorar, guardar e combinar arquivos para elaborar escritas ideográficas que atendam aos nossos objetivos momento a momento. Nesse processo, os ambientes digitais foram se ampliando com as criações de territórios virtuais, como as comunidades criadas na internet – blogs, home pages, plataformas digitais, etc., levando em conta que o conteúdo de um meio consiste no aperfeiçoamento dos meios anteriores, tendo em vista a ampliação e qualificação dos processos de comunicação e elaboração das dinâmicas imaginadas.

Já em 1972, McLuhan advertia que se tratava de um movimento de “revitalização” de meios anteriormente obsoletos, tal como mencionamos na figura 3. Atualmente, compreendemos melhor do que se trata, uma vez que o efeito dessa revitalização é muito acentuado nas dinâmicas de interação social e na organização de grupos e comunidades em ambientes digitais, nas chamadas “redes sociais”.

O primeiro movimento que precisa ser levado em conta já foi mencionado anteriormente: o usuário é o conteúdo, porque é nele que se concentra o diálogo com a máquina e com o que o programa oferece para que a mensagem da comunicação ocorra na tela, oferecendo a perspectiva esperada pelos envolvidos na comunicação digital. Assim sendo, é preciso dialogar com a tela; caso contrário, o usuário apenas olha uma tela de computador, vê uma mensagem, uma informação e não sabe o que quer fazer ou o que pode fazer com aquela informação dada.

Portanto, precisamos saber o que queremos, porque o processo de interação nesse ambiente virtual exige do usuário uma habilidade transformadora das mensagens recebidas da máquina para que possa compreender o conteúdo dessas mensagens, e o que pode explorar delas, que seja de seu interesse. Todavia, para transformar esses conteúdos em novas mensagens com novos conteúdos, será necessário saber fazer uma leitura interpretativa que possibilite extrair o que o usuário precisa para organizar as informações e produzir um novo conteúdo, ou seja, utilizar todas as novas formas de linguagem para compreender e explicar o que quer comunicar.

Esse é um movimento proposto, tanto por McLuhan (1972) como por Lévy (1997), para que se estabeleça um diálogo frutífero e torne possível tratarmos dessas relações que envolvem continuamente teoria e prática, nos possibilitando explorar e sistematizar resultados cada vez mais novos e, assim, firmar um pouco mais as possibilidades de juntar dados informativos que nos levem a responder a indagações que focalizamos nesta seção, quando questionamos: *o que podemos fazer diante desse quadro?*

Para responder a esse tipo de pergunta, a primeira coisa que podemos fazer é pensar nos modos de arranjar os ambientes digitais, de acordo com o que nos sugere McLuhan em sua Teoria Tetrádica, ou seja explorar e reorganizar tudo o que temos à nossa disposição, na rede de comunicação da internet, todos os aplicativos existentes e disponíveis para nosso acesso e uso em nosso trabalho prático.

Portanto, tudo o que temos em termos de mídias para trabalhar essas dimensões que

queremos, para criar uma dimensão histórica relativamente à Matemática e poder inseri-la no ambiente digital, precisa ser pensado, pois, a partir desse momento, passamos a ser um humano que não é humano, mas simplesmente um humano holográfico, ou seja um humano tipográfico digital, porque, como viemos do advento da imprensa, que nos reproduziu tipograficamente, mas que atualmente nos reproduz em três dimensões como modelos reais, mas em ambiente virtual digital, porque agora o computador nos oferece uma dinâmica de movimento e nós somos um humano tipográfico dinâmico que é sequencial. Logo, precisamos pensar como se estivéssemos no interior desse ambiente virtual digital.

A esse respeito, Villa-Forte (2019) assevera que esse humano atual é, na verdade, um operador humano que reformula seu universo mental a partir do que é requerido e estimulado pelo seu computador, conforme os aplicativos e software utilizados em suas atividades pessoais e profissionais, em seus ambientes virtuais oferecidos pelo mundo digital. É esse humano que estabelece uma prática na sua relação com a máquina (o computador e o universo digital), cuja dinâmica passa a fazer parte de sua percepção e comportamento geral.

Quando trabalhamos com um software e empregamos as operações que vêm incluídas nele, essas se convertem numa parte integrante do modo como compreendemos a nós mesmos, os outros e o mundo. As estratégias de trabalho com dados informáticos se tornam estratégias cognitivas de caráter geral (VILLA-FORTE, 2019, p. 102).

Significa que passamos a incorporar novos modos de pensar e agir no mundo, a partir de uma nova cultura – a cultura digital, que nos exige a apropriação de novos tipos de linguagens e *modos operandi* para a criação de estratégias de pensamento e produção e conhecimento nesse novo ambiente, cujo humano é uma extensão daquele que já vem caminhando nessa autoestrada do pensamento e da comunicação.

Esse humano mencionado anteriormente, Santaella (2022) denomina de *neo-humano*², ou seja, aquele humano que atualmente representa a *extrassomatização da mente humana*, ou aquele que representa o crescimento da inteligência, no sentido da revolução e evolução dos modos de pensar e agir amparados pela inteligência computacional que está embutida no processamento das máquinas, caracterizando assim as tecnologias da inteligência a serviço do que atualmente denominou-se de inteligência artificial.

Como enfatizou Latour (2013): jamais fomos modernos. Então, nosso objeto de pesquisa centrado na história da Matemática para o ensino evidencia que toda a Matemática que ensinamos é histórica, pois abordamos os temas do ensino quando olhamos o presente sob a ótica de um retrovisor – olhando simultaneamente para o passado, conforme anunciara McLuhan. Significa que ensinamos para manter viva essa cultura do passado e, ao mesmo tempo, para criar bases de sustentação de novas criações culturais, científicas e tecnológicas que reorganizam a sociedade no presente em direção ao futuro. Será que se trata apenas de uma realimentação e renovação de velhos princípios, conforme desafia Bruno Latour (2013)?

Os estudiosos mostram que o holograma se configura exatamente como uma imagem que representa o aspecto das três dimensões do objeto no espaço-plano do ambiente digital da tela. É esse o espaço planetário do ambiente virtual que ocupamos. O objetivo

² Para aprofundamento sobre esse termo consultar Santaella (2022): Neo-humano: a sétima revolução cognitiva do sapiens, referenciada no final deste artigo.

do desenho gerado, para a produção das imagens e dos programas, é convencer a todos os usuários que olharem seu holograma que a representação corresponde a um objeto real, no sentido semiológico proposto por Baudrillard (2015) e Moles (1974), conforme mencionado anteriormente.

Foi, portanto, a partir da vontade de representar um objeto físico do mundo real, por meio de hologramas, que a sociedade científica avançou na reinvenção de tecnologias de comunicação que possibilitassem a projeção virtual de objetos tridimensionais no plano da tela do computador, ou seja, a criação de modos de expressão do objeto real, que passou a ser representado por hologramas, de modo a compor os elementos necessários à composição de um projeção virtual para representar o mundo físico real que habitamos.

Essa representação espacial na tela provocou a criação de aplicativos ou software, que representassem ambientes virtuais com a finalidade de mostrar aos estudantes as relações entre o espaço e o plano, possibilitando uma abordagem mais adequada dos entes relacionados à geometria e suas implicações em outros campos de conhecimento científico e técnico e suas interconexões com situações socioculturais em geral.

Essa perspectiva de abordagem dos objetos reais em ambiente virtual atende aos pressupostos epistemológicos, segundo os quais, historicamente, as construções matemáticas (geométricas) são representadas exatamente dessa maneira, a partir de objetos tridimensionais, e é daí que se começam as múltiplas modalidades de expressões desses objetos pelas aritméticas, geometrias, álgebras, matrizes, funções, etc.

Logo, explorar o ambiente digital é um aspecto fundamental, mas sem perder de vista que os outros ambientes são importantes porque, como nos alerta Bruno Latour: jamais fomos modernos, uma vez que precisamos sempre olhar para o passado e ao mesmo tempo projetarmos o presente, em um movimento contínuo em busca de compreender processos de avanços e recuos na produção de conhecimento sociocultural, científico e técnico.

É preciso pensarmos assim, pois não podemos seguir em frente ignorando o passado e todo um arcabouço já construído socialmente, uma vez que muitos conhecimentos foram e continuam sendo produzidos no presente para superar limitações advindas de teorias que atenderam necessidades de determinados períodos e contextos de uma época, e que muitas vezes necessitam ser reestruturadas, renovadas e inovadas, tal como analisa Raquel Gonçalves-Maia (2011) acerca do movimento de constituição histórico-epistemológica da ciência. Movimentos similares ocorreram e ocorrem atualmente em contextos relacionados às TICs.

Portanto, o que o ambiente virtual pode nos oferecer é um ambiente que está pautado em uma trajetória, em um itinerário por meio do qual construímos esse mundo em que vivemos. Esse itinerário corresponde a um itinerário que vai ser alimentado e vai ser alimentador da dinâmica que exploramos e trabalhamos ao longo dos tempos. Assim, nossa dinâmica atual é ampliar mais ainda essa discussão sobre os modos possíveis de abordar a Matemática que ensinamos.

Conforme mencionei anteriormente, a base de estruturação da proposta argumentada neste artigo está na reorganização de uma abordagem histórica para problematização

da Matemática a ser ensinada, sustentada em suporte baseado da ideografia dinâmica, sob a ótica de um retrovisor; em um duplo olhar, simultaneamente para o passado e o presente, considerando a importância de manter viva e renovada uma cultura do passado, mas ao mesmo tempo tomá-la como base de estruturação de novas criações culturais científicas e tecnológicas, ou seja, como suporte de inovações necessárias ao momento histórico-social e cultural em que estamos situados.

Esse quadro nos leva a refletir sobre a contínua necessidade humana de uma realimentação, renovação e inovação de antigos princípios que continuamente sofrem desafios a cada momento em que precisamos solucionar novos problemas que nos afetam direta ou diretamente, e que dependem do uso das TICs. Na verdade, a reinvenção das tecnologias nos exigiu a criação de outras linguagens para expressar as situações desafiadoras e suas soluções.

Portanto, trata-se de uma linguagem dinâmica, cujos princípios já estão postos há algumas décadas, conforme enfatizou Pierre Lévy ao destacar que os métodos evidenciados nessas linguagens e princípios possibilitam a representação do que até então não era possível representar. Então, é um espaço que nos possibilita mais coisas, dentre as quais neste momento nos interessam as interconexões envolvendo as TICs e a história da Matemática para o ensino.

HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NO ENSINO COM SUPORTE NAS TICs

Para se concretizar uma abordagem de ensino de Matemática centrada em interconexões que envolvam a história da Matemática associada a suportes tecnológicos via meios digitais, considero ser de extrema importância que o professor reflita cuidadosamente a respeito dos elementos sustentadores dessas interconexões. A esse respeito, o professor deve primeiramente tomar como diretriz a existência de três domínios que envolvem a história da Matemática, as formas de exploração das histórias da Matemática e o conjunto de TICs que compõe os suportes digitais a serem utilizados em cada abordagem histórica e em cada momento do trabalho docente.

Dentre esses três domínios destacarei, a seguir, uma síntese sobre cada um desses domínios, seguida dos devidos comentários esclarecedores para que o professor possa compreender melhor o que constitui cada domínio e como esse conhecimento é imprescindível para o alcance dos objetivos no que concerne à concretização desse tipo de abordagem na atualidade.

a) Domínio do conhecimento sobre o desenvolvimento histórico do conteúdo matemático

Em primeiro lugar, todos os interessados em desenvolver um trabalho docente relacionado ao uso dessa aliança envolvendo história da Matemática com suporte nas TICs em ambientes digitais, devem estar cientes de que o desenvolvimento histórico das ideias matemáticas são expressos nas formas de representações escritas acerca dos conceitos, propriedades e relações epistêmicas de cada tema matemático estabelecido ao longo dos tempos e locais.

Além disso, fica evidenciada a necessidade de que os envolvidos se apropriem dos processos cognitivos advindos dos agenciamentos³ oferecidos pelos fatos matemáticos históricos, tendo em vista fazer emergir novas apropriações e reorganizações cognitivas em torno dos objetos matemáticos que precisam ser construídos pelos estudantes ao longo de seu percurso escolar formativo.

Igualmente, aqueles que se interessarem pelo assunto devem fazer um investimento nos estudos sobre a historiografia da Matemática em fontes primárias, secundárias e terciárias, para que possam adquirir o conhecimento suficiente sobre cada tema de Matemática que pretende abordar com base no seu desenvolvimento histórico. É somente a partir da apropriação desse conhecimento, explorado das fontes mais ampliadas possíveis, se tornará possível organizar *sequenciais históricos*⁴ que contemplem o desenvolvimento conceitual previsto nos programas de ensino e nos livros didáticos em cada ano escolar.

O domínio do conhecimento histórico possibilitará ao interessado reconhecer qual o tipo de TICs poderá ser mais adequado para criar processos ideográficos dinâmicos que favoreçam o desenvolvimento de estratégias de ensino e abordagens práticas em ambientes digitais, que remetam às atualizações de problematizações extraídas das fontes históricas consultadas.

b) Domínio do conhecimento sobre o desenvolvimento das tecnologias digitais

Um segundo domínio totalmente necessário para a operacionalização de um projeto de conjugação didática, que envolva as TICs como meio de inserção da história da Matemática para se ensinar Matemática, é a apropriação que o interessado deve ter acerca do que está à sua disposição para que possa associar os sequenciais históricos, relacionados aos conteúdos matemáticos dos livros didáticos, conforme os programas de ensino de Matemática previstos para cada ano escolar.

A respeito desse domínio, não se pode perder vista que se trata de um espaço criativo, no qual as combinações de tecnologias poderão ser necessárias para que se organize um modelo híbrido que expresse, de maneira mais adequada possível, os objetivos de quem organizará sua proposta de ensino, conjugado pela associação entre o desenvolvimento histórico da Matemática, os conteúdos matemáticos previstos no programa de ensino e os modos como os assuntos estão situados nos livros didáticos adotados.

Portanto, as TICs devem sempre levar em consideração os movimentos de avanços e recuos relativos ao desenvolvimento histórico-conceitual da Matemática, que envolvem o olhar simultaneamente do passado e do presente, considerando a teoria tetrádica, descrita na figura 3, mostrada anteriormente. Logo, deve-se levar em consideração todas as combinações possíveis para que a construção dos objetos matemáticos passe por adequações necessárias para que se ofereça uma oportunidade máxima de apropriação possível dos estudantes, no que concerne às transformações conceituais ocorridas historicamente pelos conceitos matemáticos, suas propriedades e relações intramatemáticas e extramatemáticas.

3 O termo agenciamento é tomado das discussões estabelecidas por Ludwik Fleck (2010) acerca da gênese e desenvolvimento de um fato científico, quando esclarece aspectos referentes às relações entre sujeito e objeto nos processos de produção de conhecimento científico.

4 A respeito desse assunto, consultar Mendes (2021; 2023), mencionado nas referências no final deste artigo.

c) Domínio do conhecimento teórico-prático dos aplicativos disponíveis a serem acessados, conforme os objetivos do usuário

Para que se alcance os objetivos de ensino e aprendizagem por meio dessas conexões que envolvem história da Matemática via meios digitais com suporte na ideografia dinâmica, o professor deve ter o maior domínio possível dos aplicativos existentes e que estejam disponíveis para a sua inserção do projeto de trabalho docente a ser desenvolvido pelo professor. Tal domínio corresponde ao conhecimento teórico-prático dos aplicativos, de modo a possibilitar a inserção daqueles que forem mais adequados ao contexto dos alunos, ao tipo de assunto a ser abordado e ao nível e desenvolvimento histórico-conceitual a ser tratado na sala de aula.

Um exemplo mais simples e conhecido de todos, a respeito dessas relações, envolve o uso desses aplicativos da calculadora para abordar temas matemáticos históricos, como os valores de π , os números irracionais em geral. Outros processos de matematizações de tópicos matemáticos históricos em conexões virtuais, para ensinar Matemática na atualidade, são exemplificados nos desdobramentos relacionados ao uso de outras dinâmicas, como o geogebra, para mostrar exercícios que expressam possibilidades de inserção de temas históricos ou processos históricos de produção matemática em conjugação com as mídias digitais.

Na prática, o professor poderá organizar movimentos sequenciais históricos (MSH) relativos a temas históricos, como os irracionais; a quadratura das curvas e seus movimentos conceituais; os indivisíveis de Cavalieri; o conceito de variável, funções e o cálculo diferencial e integral; os números complexos; a geometria analítica antes e depois dos estudos de René Descartes; o método das fluxões de Isaac Newton e Colin Maclaurin; a trigonometria das cordas, semicordas, triângulos planos e esféricos, dentre outras imaginações ou criações matemáticas (MENDES, 2020).

Esses MSH devem ser constituídos por uma organização lógica que possa ser inserida nos suportes digitais por meio da escrita ideográfica dinâmica, na forma de (re)escrita das histórias da Matemática, associadas aos programas de ensino, como uma complementação explicativa para a compreensão dos conteúdos escolares que estão previstos para cada nível escolar, sempre no intuito de mostrar os processos de transformação conceitual do tema a ser aprendido pelos estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A invenção de uma nova cultura, que neste artigo denominei de *informático-midiática crítica e imaginativa*, tem como base as ideias de Pierre Lévy. Foi a partir de quatro vértices conceituais: informática, mídia, imaginação e compreensão crítica (pelo exemplo e pela definição), que me lancei a um debate sobre as relações possíveis entre tecnologias digitais e história da Matemática para o ensino da Matemática. Considero que é das teorias tetrádicas, propostas como um conjunto de conceitos e aforismos lançados por McLuhan na década de 1960, que poderemos tomar as TICs como uma das matérias-primas abstratas para se pensar a história da Matemática em suporte digital, em novas modalidades de abordagem didática para a Matemática escolar em conjugação com as epistêmes matemáticas previstas

nas diretrizes curriculares, nos programas de ensino, em livros didáticos de Matemática e em disciplinas dos cursos de licenciatura em Matemática ou em pós-graduações em Educação Matemática (por exemplo, Mestrado e Doutorado).

Minha posição neste debate emergiu de fatos identificados nas fontes históricas relativas ao desenvolvimento da Matemática acadêmica, que nos mostram de onde vêm os códigos, os símbolos, princípios, métodos, linguagens e lógicas para se inventar e reinventar escritas ideográficas no decorrer do espaço-tempo e processos de emergência de novos hologramas, ou seja, ideogramas dinâmicos que povoam, povoaram ou povoarão o mundo virtual relativamente à Matemática, depois de tudo o que foi pensado, criado, discutido e recriado sobre temas matemáticos ao longo dos últimos cinco séculos (c. 1500-2000).

Significa, portanto, que em nosso caso não há dúvida nenhuma de que não podemos iniciar um trabalho novo partindo do zero absoluto, ou seja, desconsiderando tudo o que já foi construído como realidade epistêmica no campo da cultura, da ciência, das tecnologias de informação e comunicação e da educação, ao longo da nossa história.

Esse movimento ficou bastante esclarecido ao enfocarmos as proposições de McLuhan e Lévy sobre as tecnologias de informação e comunicação nos processos históricos de reinvenção dos meios de comunicação, dos conhecimentos produzidos socialmente. Ademais, a gênese de toda essa sistematização de conhecimentos em redes interativas e integrativas de comunicação, apoiadas em Bruno Latour e Ludwik Fleck, mostra como estão completamente interconectadas à toda a Matemática produzida antes desse momento em que as tecnologias digitais se evidenciaram como embriões de criação do mundo virtual.

Significa que, antes do advento da ideografia dinâmica, a Matemática possibilitou a criação do que Pierre Lévy denominou de *alfabeto tecnológico digital*. Conotativamente, esse alfabeto tecnológico digital pode ser tomado como uma combinação sistemática dos códigos que a Matemática (a lógica, a aritmética, a teoria dos números, a álgebra, etc.) produziu. Dessa produção, boa parte é utilizada em um movimento gerador de uma nova combinação que gera uma Matemática nova dentro de um ambiente virtual que possibilitará percebermos mais coisas, porque existe um aparato ideográfico já produzido antes.

Esse movimento possibilitará inserirmos a história da Matemática no ambiente virtual, no menu de um ambiente digital, ou seja, poderemos produzir uma história digital da Matemática por meio de um sequencial histórico organizado com base nas informações históricas selecionadas conforme o tema matemático que se pretende abordar. Esse é o desafio lançado para que possamos experimentar relações de representação da história da Matemática em ambientes virtuais, por meio de um suporte pautado na ideografia dinâmica.

A ferramenta básica é mais uma inserção de alguns aspectos do conhecimento historicamente produzido, para que se possa criar, por exemplo, uma prova, uma demonstração, um dispositivo dinâmico na forma de um aplicativo em que o objeto matemático ganha uma sobrevida. Contudo, um processo pautado na ideografia dinâmica estabelecida pode nos possibilitar mais do que isso. Então, é nesse movimento que propomos uma reorientação de pensamento e prática sobre as potencialidades de reeditar ou escrever o desenvolvimento histórico conceitual da Matemática em um ambiente virtual fundado pela ideografia

dinâmica – um novo lugar na galáxia de Gutenberg.

O tema envolvendo relações entre tecnologias e história da Matemática no ensino de Matemática requer dos pesquisadores a organização de uma base teórico-prática para a integração. Portanto, essa modernidade exige da gente hoje um aparato necessário para expressar a história da Matemática para o ensino em um meio digital, que exige dois domínios de conhecimento: o histórico e o midiático. Se não dominamos o conhecimento histórico relacionado ao desenvolvimento dos conceitos, propriedades e relações matemáticas não conseguiremos avançar. O mesmo ocorrerá nas atividades de aprendizagem com os alunos, se tivermos domínio somente acerca do conhecimento técnico dos aplicativos digitais.

Portanto, é sobre o conhecimento teórico e prático concernente às tecnologias digitais associado ao nosso domínio do conhecimento teórico e prático acerca do desenvolvimento histórico da Matemática que poderemos potencializar as matemáticas implícitas nos aplicativos utilizados em sala de aula, como o GeoGebra. Há uma série de trabalhos publicados no campo da história da Matemática para o ensino, mas pouquíssimos no campo das tecnologias digitais relacionadas a HM, em conjugação integrativa do conhecimento histórico e conhecimento tecnológico digital com fundamento teórico que sustente esses trabalhos.

Nosso desafio é exatamente construirmos modelos possíveis, a partir das nossas experiências e reflexões, que possibilitem diálogos. Para que isso ocorra, é imprescindível a criação de grupos de trabalho que precisam ser estabelecidos e, daí em diante, poderemos avançar a fim de conseguir pelo menos ampliar nossas reflexões sobre a potencialidade conceitual e didática dessa abordagem tratada neste artigo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao **CNPq** pelo financiamento do projeto de pesquisa em realização, através da bolsa de Produtividade em pesquisa, do qual este artigo é um dos produtos.

REFERÊNCIAS

BAUDRILLARD, Jean. **O sistema dos objetos**. Tradução Zulmira Ribeiro Tavares. 5. ed. 5ª reimpressão. São Paulo: Editora Perspectiva, 2015 (Serie Debates - Semiologia).

BURKE, Peter. **Uma história social do conhecimento II: da Enciclopédia a Wikipédia**. Tradução Denise Bottmann. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2012.

BURKE, Peter. **Uma história social do conhecimento: de Gutenberg a Diderot**. Tradução Plínio Dentzien. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.

BYRNE, Oliver. **The first six books of The Elements of Euclid**. In: which coloured diagrams and symbols are used instead of letters for the greater ease of learners. Londres: William Pickering, 1847.

CIMINO, Al. **A história da quebra dos códigos secretos**. Tradução Maria Beatriz de Medina.

São Paulo: M. Books do Brasil editora Ltda, 2018.

FLECK, Ludwik. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Tradução Georg Otte e Mariana Camilo de Oliveira. Belo Horizonte: Fabrefactum Editora, 2010.

GONÇALVES-MAIA, Raquel. **Ciência, Pós-ciência, Metaciência**. Tradução, inovação e renovação. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011. (Coleção Contextos da Ciência).

GRAYLING, A. C. **As fronteiras do conhecimento**. O que sabemos hoje sobre ciência, história e a mente. Tradução Desidéria Murcho. Lisboa: Edições 70, 2021.

IFRAH, Georges. **História universal dos algorismos 1**: a inteligência dos homens contada pelos números e pelo cálculo. Tradução Alberto Muñoz e Ana Beatriz Katinsky. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997.

IFRAH, Georges. **História universal dos algorismos 2**: a inteligência dos homens contada pelos números e pelo cálculo. Tradução Alberto Muñoz e Ana Beatriz Katinsky. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997.

LATOUR, Bruno. **Ciência em ação**. Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. Tradução Ivone C. Benedetti. São Paulo: Editora Unesp, 2000.

LATOUR, Bruno. **Jamais fomos modernos**: um ensaio de antropologia simétrica. Tradução Carlos Irineu da Costa. 3. ed. São Paulo: Editora 34, 2013.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. Tradução Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1999.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência**. O futuro do pensamento na Era da Informática. Tradução Carlos Irineu da Costa. 1. ed, 1993. 13ª reimpressão. São Paulo: Editora 34, 2004. (Coleção Trans).

LÉVY, Pierre. **Ideografia dinâmica**. Para uma imaginação artificial? Tradução Manuela Guimarães. Lisboa: Instituto Piaget, 1997. (Original work published in 1991).

LÉVY, Pierre. **O que é o virtual**. Tradução Paulo Neves. São Paulo: Editora 34, 1996.

LOGAN, Robert. **McLuhan Misunderstood**: Setting the Record Straight. In: *Figure/Ground-McLuhan Legacy Network* (<http://figureground.ca/2011/02/01/the-mcluhan-legacy-network/>) Canadá, 2011.

MCLUHAN, H. M. **The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man**. Toronto: University of Toronto Press, 1962.

MCLUHAN, Marshall. **A galáxia de Gutenberg**: a formação do homem tipográfico. Tradução Leônidas Gontijo de Carvalho e Anísio Teixeira. São Paulo: Editora Nacional; Editora da USP, 1972. (Série: Cultura, Sociedade, Educação, v. 19).

MCLUHAN, Marshall. **Os meios de comunicação como extensões do homem**. Tradução Décio Pignatari. São Paulo: Editora Cultrix, 1964.

MENDES, Iran Abreu. Sobre processos criativos nas histórias da criação matemática. In: Pereira, A. C. C.; Martins, E. B. (Orgs.). **Investigações científicas envolvendo história da**

Matemática sob o olhar da pluralidade. Curitiba: Editora CRV, 2021. p. 63-74.

MENDES, Iran Abreu. **Movimentos sequenciais históricos (MSH) como forma de abordagem da Matemática na escola.** A sair em 2023.

MENDES, Iran Abreu. History for the teaching of mathematics transformation and mobilization of mathematical knowledge for school. **Pedagogical Research**, v. 5 (3) em0072, p. 01-10, 2020. Disponível em: <https://www.pedagogicalresearch.com>. Acesso em: 21 jun. 2023.

MOLES, Abraham. **Teoría de los objetos.** Tradução Laura Pla Bacin. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S. A., 1974. Colección Comunicación Visual.

MOLES, Abraham. **As ciências do impreciso.** Tradução Glória de C. Lins. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995.

SANTAELLA, Lucia. **Neo-humano: a sétima revolução cognitiva do sapiens.** São Paulo: Paulus, 2022. (Coleção Comunicação).

TURING, Dermot. **A história da computação: do ábaco à inteligência artificial.** Tradução Maria Beatriz de Medina. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda, 2019.

VIGNAUX, Georges. **As ciências cognitivas.** Tradução Maria Miranda Guimarães. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

VILLA-FORTE, Leonardo. **Escrever sem escrever.** Rio de Janeiro: Editora PUC Rio; Belo Horizonte: Relicário, 2019.

Histórico

Recebido: 25 de abril de 2023.

Aceito: 30 de maio de 2023.

Publicado: 01 de agosto de 2023.

Como citar - ABNT

MENDES, Iran Abreu. Sobre escritas ideográficas dinâmicas da história da Matemática. *Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC*, Belém/PA, n. 44, e2023010, 2023. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n44.pe2023011.id515>

Como citar - APA

Mendes, I. A. (2023). Sobre escritas ideográficas dinâmicas da história da Matemática. *Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC*, (44), e2023010. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n44.pe2023011.id515>.

Número temático organizado por

Iran Abreu Mendes  

Luis Andrés Castillo  