

História da Matemática em alianças com Tecnologias Digitais

History of Mathematics in alliances with Digital Technologies
Historia de las Matemáticas en alianzas con Tecnologías Digitales

Giselle Costa de Sousa¹ 

RESUMO

Ao longo dos anos, várias pesquisas no âmbito da educação matemática vêm se configurando como tendências em prol do fomento da área. Dentre tais estão a História da Matemática (HM) e as Tecnologias Digitais (TD). Estas, por sua vez, atestam argumentos favoráveis e questionadores ao uso em sala de aula, de modo a delinear caminhos que se aliem a produção de conhecimento alviado pela arte de ensinar e aprender matemática. Tomando como postas as contribuições de ambas as tendências, emergem as indagações: seria possível alia-las em favor da educação matemática? Surgiria assim uma *nova* tendência? Tendo em vista esses questionamentos, emerge a proposta de aliança entre HM e TD, tema central do presente artigo que almeja apresentar ao leitor a constituição deste campo, incluindo o delineio da aliança, breve história, elementos norteadores, fundamentos, produtos gerados e atividades práticas, de modo a exemplificar sua implementação, bem como, discutir sobre desdobramentos futuros.

Palavras-chave: Alianças; História da Matemática; Tecnologias Digitais; Tendência em Educação Matemática; Práticas.

ABSTRACT

Over the Years, several studies in the field of mathematics education have been shaping trends in favor of promoting the área. Among these are the History of Mathematics (HM) and Digital Technologies (DT). These, in turn, attest to favorable and questioning arguments for use in the classroom, in order to outline paths that combine with the production of knowledge envisaged by the art of teaching and learning mathematics. Taking as posed the contributions of both trends, the questions emerge: would it be possible to combine them in favor of mathematics education? Would a *new* trend then emerge? In view of these questions, the proposal for an alliance between HM and DT arises, the central theme of this article that aims to present the reader with the constitution of this field, including the outline of the alliance, brief history, guiding elements, fundamentals, generated products and practical activities, in order to exemplify its implementation, as well as discuss future developments.

Keywords: Alliances; History of Mathematics; Digital Technologies; Trends in Mathematics Education; Practices.

RESUMEN

A lo largo de los años, diversos estudios en el campo de la educación matemática han ido configurando tendencias a favor de la promoción del área. Entre estos se encuentran la Historia de las Matemáticas (HM) y las Tecnologías Digitales (DT). Estos, a su vez, atestiguan argumentos favorables y cuestionadores para su uso en el aula, con el fin de trazar caminos que se conjugan con la producción de conocimiento que vislumbra el arte de enseñar y aprender las matemáticas. Tomando como planteadas las contribuciones de ambas corrientes, surgen las preguntas: sería posible combinarlas a favor de la educación matemática? Surge entonces una *nueva* tendencia? Ante estos interrogantes surge la propuesta de alianza entre HM y TD, tema central de este artículo que pretende presentar al lector la constitución de este campo, incluyendo el esquema de la alianza, breve historia, elementos rectores, fundamentos, generó productos y actividades prácticas, con el fin de ejemplificar su implementación, así como discutir futuros desarrollos.

Palabras clave: Alianzas; Historia de las Matemáticas; tecnologías digitales; Tendencias en la Educación Matemática; Prácticas.

¹ Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professora Associada do DMAT/PPGECNM da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Cirilo Moreira, número 261, bairro Nazaré, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, CEP: 59062-130. E-mail: giselle.sousa@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

Transformações acompanham o mundo desde o cerne de sua existência. A humanidade como parte integrante deste mundo não se desvia de tais alterações, ao contrário, é inteiramente integrada a elas interferindo e sendo interferida, seja num contexto coletivo ou individual. Advém então as modificações que se atrelam a organização do ser humano e sua coletividade. Uma delas consiste na sociedade, a qual também está em constante mudança. Nesse interim, problemas e desafios são inerentes a existência humana em diferentes contextos. Estes, por sua vez, retroalimentam as transformações sociais. Assim, a história vai se constituindo.

Além disso, para lidar com desafios, a humanidade, ao longo dos tempos, tem produzido, por exemplo, artefatos, que em diferentes contextos são tecnologias (LEVY, 1993; TIKHOMIROV, 1981). Desse modo, a história das mídias/tecnologias está atrelada a história da humanidade. Nasce neste cenário, um vislumbre a conexão entre história e tecnologia.

No campo científico, podemos dizer que a ciência tem se alimentado pela investigação de mecanismos que atendam aos anseios sociais sobretudo na perspectiva de propor soluções ou encaminhamentos para problemas surgidos. Assim, aparecem áreas/campos de pesquisa, por exemplo, que se dedicam a estudar a história, bem como, as tecnologias nos contextos mais diversos. Mas, num primeiro momento, se fizermos um exercício de pensarmos nestas áreas de pesquisa supracitadas, história e tecnologia, separadamente, que palavras viriam a mente? Em geral, passado e futuro? Se assim o for, não seriam campos tão distantes? Diferentes? Seria possível conectá-los? Afim de tecer considerações a respeito, olhemos para um aspecto comum a ambas as pesquisas dessas duas áreas, a educação. De fato, tanto a área de história quanto a de tecnologia, no rol de seus estudos científicos, tem proposições para a educação, particularmente, aos processos de ensino-aprendizagem, por exemplo. De fato, segundo Sousa (2023, p. 9),

a área da educação tem se valido de pesquisas que aglutinam conhecimentos diversos ligados, por exemplo a fundamentos, filosofia, história e sociologia da educação; psicologia, administração, planejamento, orientação, avaliação e política educacional; ensino-aprendizagem; teorias, métodos, técnicas e instrumentos de ensino; currículo; tópicos específicos de educação, dentre outros.

Em nosso caso, tomemos mais uma particularidade a fim de pensar em conexões entre história e tecnologia, dentro da educação, pensemos a educação matemática, que se enquadra nessa variedade de estudos produzidos na educação os quais anseiam aprimorar práticas educativas lançando mão do que chamamos de *tendência em educação matemática*. Mas, o que seria uma tendência? De acordo com dicionário, tendência é uma “disposição natural que leva algo ou alguém a se mover em direção a outra coisa ou pessoa; inclinação [...] Evolução de alguma coisa num sentido determinado; orientação [...] Direcionamento comum de um grupo determinado; movimento [...]” (TENDÊNCIA, 2022, s/p). Desse modo, uma tendência em educação matemática consistiria nesta disposição ou direcionamento que move as pesquisas da área para uma determinada direção ou tema. Assim sendo, na educação matemática temos várias tendências que, pela sua expressividade e importância para os diferentes setores educacionais, são atestadas em documentos oficiais que regem a educação básica, a exemplo da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018).

Dentre essas tendências em educação matemática estão a história da matemática e as tecnologias digitais. A primeira delas busca oportunizar possibilidades de ensino-aprendizagem por meio da história (SAITO, 2013), particularmente, uma história pedagogicamente vetorizada (MIGUEL; MIORIM, 2019). Já a segunda, as tecnologias digitais, aparecem como alternativa metodológica que busca propiciar aprendizado pela incorporação de diferentes mídias na educação matemática num coletivo pensante (BORBA; PENTEADO, 2017).

Vale ressaltar que as duas tendências supracitadas, em suas diferentes proposições, se sustentam em argumentos favoráveis ao uso na educação, não deixando de lado possíveis limitações que, inclusive, podem consistir percalços para uso destas em determinadas situações, mas não em outras tendências em educação matemática. Por este motivo, enfatizamos que existem outras tendências e, regatando o movimento de transformação constante que estamos inseridos e que pontuamos antes, inferimos ainda que outras tendências emergem no movimento científico dinâmico da educação matemática. É neste contexto que o presente artigo se apoia na divulgação de estudos que aludem a uma nova tendência em educação matemática, em desenvolvimento.

Antes de apresentá-la trazemos mais questionamentos: É possível unir duas ou mais tendências em educação matemática? Se sim, isto pode gerar nova tendência? Quais escolher com este propósito? Perseguindo tais indagações, estudos podem ser realizados e experiências feitas, além de escolhas fundamentadas. Seguindo este caminho, inicialmente selecionamos tendências que gostaríamos de aliar em prol da educação matemática, depois, mapeamos possibilidades de conexões em suas bases e ensaiamos práticas que possam validar a articulação almejada, de modo a apontar o cerne da ligação, possibilidades e desdobramentos.

As tendências em história da matemática (HM) e tecnologias digitais (TD) foram escolhidas em função de interesses profissionais da presente autora (enquanto docente e pesquisadora), adiante esses serão esclarecidos. Frente a tal escolha nos questionamos: é possível aliar HM e TD? Qual seria a essência desta ligação? Elas se conectam com outra tendência? Há uma única via para a aliança entre HM e TD? Ou há alianças entre HM e TD? Diante desses inquéritos temos como objetivo neste artigo apresentar alianças entre HM e TD enquanto tendência em educação matemática.

Considerando o anseio posto, esse artigo se estrutura em quatro seções, dentre elas a presente introdução que se destina a exibir uma apresentação inicial da pesquisa incluindo problemática geradora, justificativa e objetivos. Posteriormente, a segunda seção é nomeada por *Fundamentos da aliança, história e composição*. Nela, trazemos bases que sustentam a proposta com a aliança, incluindo os primeiros estudos e pesquisas desenvolvidos os quais foram delineando a composição da aliança com resultados que apontam para alianças. Em seguida, a terceira seção é chamada de *Resultados e desdobramentos*. Nessa parte do artigo apresentamos os principais resultados obtidos até então, incluindo apontamento de investigações futuras. Por fim, o artigo finaliza com a seção de *Considerações finais* compendiando os principais ementários apresentados e, sobretudo, convidando o leitor a ser mais um colaborador da aliança, fomentando-a.

FUNDAMENTOS DA ALIANÇA, HISTÓRIA E COMPOSIÇÃO

Como a aliança aqui apresentada está firmada entre história da matemática (HM) e tecnologias digitais (TD), não seria intrigante colocar que seus *fundamentos* residem nas bases de cada uma dessas tendências. De fato, ao buscar aliar história da matemática e tecnologias digitais em prol do ensino, sustentamos a proposta, inicialmente, nos trabalhos de Miguel e Miorim (2019) referentes ao uso da HM na educação matemática. Similarmente, buscamos embasamento em estudos de Borba e Penteado (2017) sobre informática na educação matemática. A fim de firmar a aliança supracitada, outras referências sobre HM e TD tem sido estudadas, a exemplo de Mendes (2006), Saito (2013, 2015, 2016), Roque (2012), Borba (2001, 2022), Borba, Silva e Gadanidis (2014), Borba e Penteado (2017), Borba, Souto e Canedo Júnior (2022), Levy (1993) e Tikhomirov (1981), entre outras. Dessa forma, fomos elucubrando possibilidades de conexão, inclusive, observando que uma liga entre essas tendências a favor do ensino, poderia ser feita com a tendência em investigação matemática (IM). Assim sendo, referências sobre o assunto também têm sido incorporadas nos fundamentos da aliança, como por exemplo os trabalhos de Ponte, Brocardo e Oliviera (2016). Uma sinalização para este caminho reside nos estudos voltados a investigação histórica e investigação por meio de tecnologias.

Seguindo as pistas deixadas pelo estudo dos fundamentos, vislumbramos *uma aliança inicial entre HM e TD via IM*, conforme consta Figura 1 adiante.

Figura 1. Aliança entre HM e TD via IM

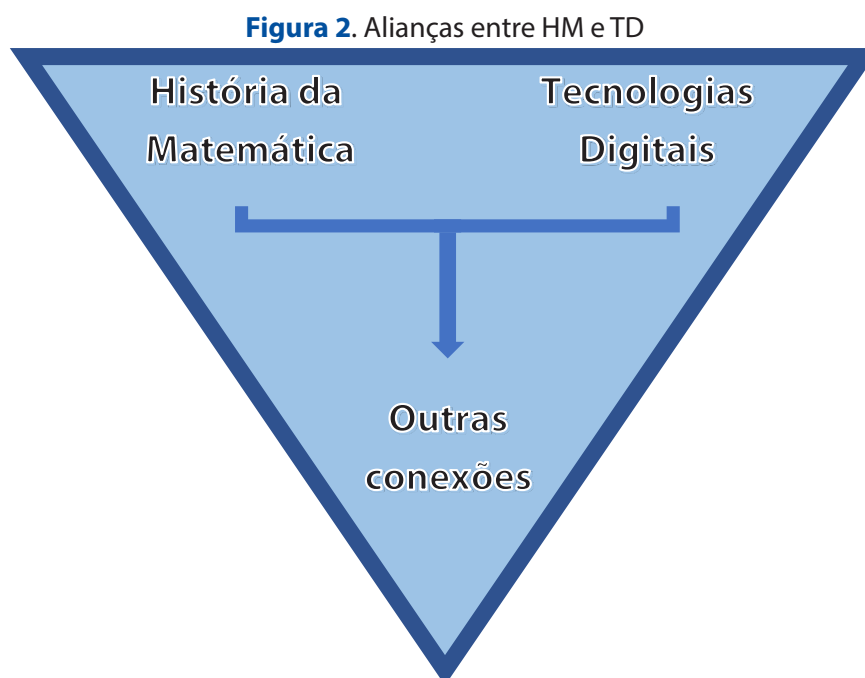


Fonte: Sousa (2021, p. 54)

Conjecturamos que o cerne dessa aliança se firma para além das individualidades, atestadas importantes isoladamente, de cada tendência componente, mas se vale na forma e relevância de constituição da união proposta. Vale ressaltar que a figura e cada um de seus elementos se justificam na direção dessa proposição de aliança. Assim, o triângulo é colocado para fazer alusão a uma figura rígida de caráter tríade, desse modo, alude a segurança com que buscamos a conexão das três tendências postas nos vértices. Outro esclarecimento, reside na posição de cada um dos componentes do terno, HM, TD e IM, dos vértices, de modo que a HM está na posição acima por considerarmos que ela é que aciona nossa aliança, ou seja, tudo começa pelo uso da HM. Já as TD e IM estão igualmente postas nas bases do triângulo de modo a darem sustento a conexão almejada.

Enfatizamos que, assim como a *aliança inicial entre HM e TD* encontrou amálgama/

liga preliminarmente na IM, possibilidades de articulação com outras tendências podem ser vislumbradas de modo que concebemos variações/ramificações dessa aliança inicial entre HM e TD e conjecturamos outras *alianças entre HM e TD*. Portanto, concebemos a Figura 2 que segue.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

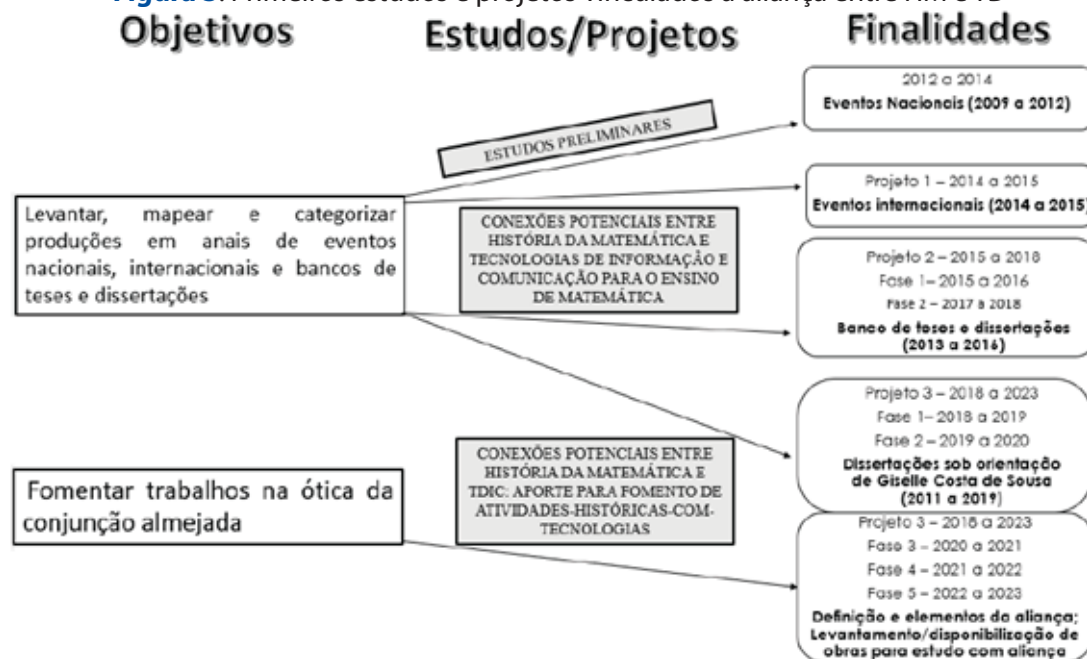
É dessa forma que pensamos história da matemática em alianças com tecnologias digitais nesse artigo, uma tendência em educação matemática em desenvolvimento que alia história da matemática e tecnologias num processo uno de conexão que dá evidência a ambas as tendências. Desse modo, pode haver aliança entre HM e TD, aliança entre HM, TD via IM, aliança entre HM, TD por meio de outras tendências, aliança entre HM e TD em prol ou não do ensino inicialmente e outras variações que detalharemos adiante e que ainda podem ser construídas.

Um passo para a explicação desse assunto está na *história* da aliança ou alianças entre HM e TD. Um panorama dessa história está posto em Sousa (2023) e aqui nos reservamos a sumariamente ensaiar uma historiografia da aliança.

As ideias iniciais da aliança entre HM e TD partem da experiência enquanto docente e pesquisadora da presente autora desse artigo, isto porque a trajetória enquanto pesquisadora é marcada por estudos ligados a história da matemática, os quais são incorporados a prática docente. Esta, por sua vez, ao longo dos tempos tem tido cada vez mais impacto das tecnologias. Desse modo, surge a ideia de aliar HM e TD. A fim de formalizar essa visão tem sido desenvolvidos projetos de pesquisa junto a Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PROPESQ-UFRN) desde 2014, embora estudos preliminares sobre a possibilidade de aliança entre HM e TD já tenham sido feitos desde 2012 e divulgados em trabalhos como Oliveira (2012).

Um panorama dos primeiros estudos e projetos vinculados a aliança entre HM e TD pode ser observado na Figura 3 da sequência.

Figura 3. Primeiros estudos e projetos vinculados a aliança entre HM e TD



Fonte: Sousa (2023, p. 20)

Em detalhamento do esquema anterior ponderamos que os *estudos preliminares* da aliança não estiveram vinculados a projetos institucionais formais e se destinaram a realizar levantamento em produções de anais de eventos nacionais apresentados no período de 2009 a 2012. As categorias investigadas nesses estudos iniciais eram 3, a saber: o uso de software e história da matemática no ensino de matemática; o uso de software no ensino de matemática em abordagem histórica dos conteúdos explanados e; o uso de outros recursos tecnológicos no ensino da matemática.

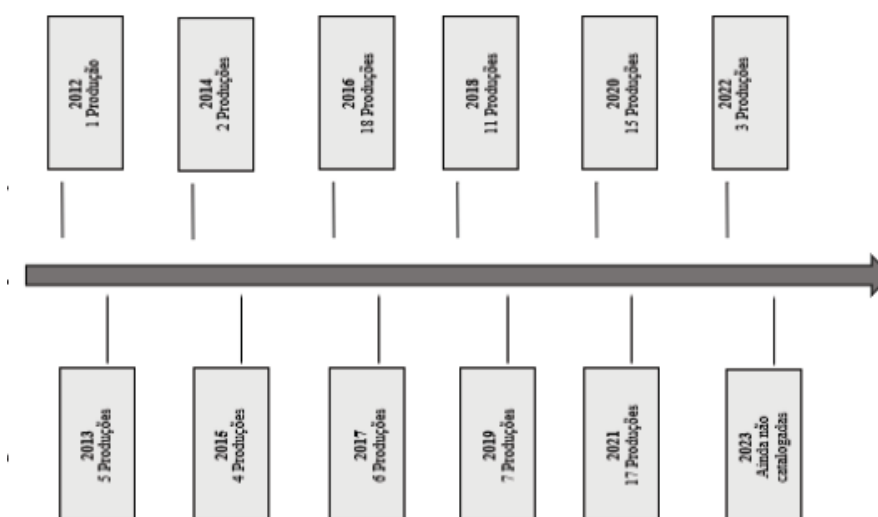
Como desdobramento dessas primeiras investigações, surge o primeiro projeto de pesquisa institucional com código PVB11180-2014 (*Projeto 1*) e com título *Conexões Potenciais entre História da Matemática e Tecnologias da Informação e Comunicação para o ensino de Matemática*. Tal projeto de pesquisa desenvolve-se no período de 2014 a 2015 tendo o foco ainda mapeamento e categorização de trabalhos publicados em anais de eventos. Contudo, diferente dos primeiros estudos, agora o foco passou a ser eventos internacionais. Como categorias para análise dos trabalhos catalogados temos 4 opções, sendo duas delas subdivididas. A categoria 1 correspondia aos trabalhos de história da matemática apoiados por TDIC. Essa, por sua vez, tinha as subcategorias 1.1 uso de softwares e 1.2 o uso de outras mídias informáticas. A categoria 2 abarcava os trabalhos de TDIC, tendo as subcategorias 2.1 uso de softwares e 2.2 uso de outras TDIC. A categoria 3 envolvia trabalhos de história da matemática. Por fim, a categoria 4 tratava de trabalhos de outras áreas da educação matemática.

Nos três anos seguintes, um outro projeto de mesmo título, mas código PVB12547-2015 (*Projeto 2*) se dedica ainda ao levantamento, mapeamento e categorização de produções, entretanto, não mais de anais de eventos, mas em bancos de teses e dissertações. Esse segundo projeto se desenvolveu em duas fases, sendo a primeira de 2015 a 2016 e a segunda de 2017 a 2018. Ainda em 2018, surge o terceiro projeto de pesquisa intitulado *Conexões Potenciais entre história da matemática e TDIC: aporte para fomento de atividades-históricas-*

-com-tecnologias. Com código PVB15469-2018 (*projeto 3*), a pesquisa se realiza em 5 fases até o momento. As duas primeiras (2018 a 2019 e ainda 2019 a 2020, respectivamente) se destinam ainda a investigação de trabalhos acadêmicos particularmente do tipo dissertação. O foco passa a ser os trabalhos produzidos na UFRN à luz dos primeiros apontamentos da aliança entre HM e TD. Na intenção de ir além da investigação para possibilidades de articulação entre HM e TD, mas também partir para o fomento de novas produções, as fases 3, 4 e 5 têm sido desenvolvidas nos períodos de 2020 a 2021, 2021 a 2022 e ainda 2022 a 2023. Mais detalhamentos, incluindo os pesquisadores envolvidos, podem ser observados em Sousa (2020 e 2023).

Logo, a história da(s) aliança(s) entre HM e TD tem se constituído por mais de uma década de estudos e pesquisas relatadas por Sousa (2023) num cenário que pode ser percebido na linha do tempo da Figura 4 adiante.

Figura 4. Linha do tempo da(s) aliança(s) entre HM e TD



Fonte: Adaptado de Sousa (2023, p. 24)

Para além da história, essa linha do tempo revela que a(s) aliança(s) entre HM e TD tem de configurado com uma tendência em educação matemática (em desenvolvimento) que tem em sua *composição* as tendências de história da matemática (HM) e tecnologias digitais (TD), como também podem estar a investigação matemática (IM), outras tendências e alternativas de conexões, como seu espectro com ensino, teorias de aprendizagem, variações de tecnologias entre outros aspectos que aludem a ramificações que enfatizaremos na sequência deste artigo. Desse modo, falamos de uma *aliança* inicial (entre HM, TD via IM), mas podem existir várias *alianças* (entre HM e TD).

RESULTADOS E DESDOBRAMENTOS

Frente a composição da(s) aliança(s) entre HM e TD como uma tendência (em desenvolvimento) em educação matemática, salientamos que esta “lança mão de uma proposta didático/pedagógica para a matemática que se consolida pela investigação de problemas/episódios/temas históricos tendo o apoio das TD e podendo ocorrer via o que se chama de atividades-históricas-com-tecnologias” (SOUSA, 2020, p. 128). De tal afirmação pontuamos

que as diversas pesquisas, que tem se configurado como propostas que aliam HM e TD, tem apontado para vários *resultados*, de tal modo que, nessa seção, nos debruçaremos por apresentar estes, juntamente com desdobramentos da história da matemática em alianças com as tecnologias digitais. Para tratar sinteticamente dos frutos colhidos, até então, com as pesquisas no âmbito da(s) aliança(s), apresentamos a Figura 5 conforme segue.

Figura 5. Síntese de resultados com a(s) aliança(s) entre HM e TD



Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Esclarecendo o esquema da Figura 5, ponderamos que o termo *aliança* foi cunhado em 2012 para representar uma coalizão entre tendências em educação matemática (HM e TD), de modo a gerar mais uma tendência. Esse resultado é fruto dos estudos preliminares que traziam diversos termos para denotar a ligação entre HM e TD, por exemplo, conexão, conjunção, união, aliança, dentre outros. Contudo, a partir de então se decide padronizar a junção almejada por *aliança entre HM e TD*. (SOUSA, 2020). Observamos que essa aliança inicial buscava conectar HM e TD via IM em prol do ensino. Com avanço nas pesquisas, notamos que alguns outros termos ainda tem sido usados, dentre os quais temos: articulação, interconexão, interface, e mais outros. Por esse motivo, passamos a admitir que existem *alianças entre HM e TD*.

Na direção da elucidação da Figura 5, esclarecemos que as pesquisas com a aliança caminharam para o apontamento de *parâmetros* que delineassem sua constituição, orientações sua realização e fomentassem novos trabalhos. Neste sentido, mostramos o Quadro 1 conforme segue.

Quadro 1. Parâmetros para a(s) aliança(s) entre HM e TD

Parâmetro	REFERENCIAL	METODOLOGIA	TEMA HISTÓRICO	RECURSO TECNOLÓGICO	ARGUMENTOS FAVORÁVEIS PARA ALIANÇA	CUNHO EDUCACIONAL
Resultado	Vygotsky Duval Chevallard Lévy Tikhomirov Borba e Penteadó Miguel e Miorim Saito Roque Mendes	Qualitativa	Geometria	GeoGebra	*trechos dos textos que remetem a investigação histórica com apoio de tecnologias	Sequência didática Produto educacional

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Vale ressaltar que, como a aliança está em desenvolvimento, esses parâmetros podem sofrer alterações, sobretudo, pois foram oriundos dos primeiros projetos de pesquisa que delineavam uma aliança inicial, particularmente, entre HM e TD via IM. Contudo, admitindo que há variações que delimitam alianças entre HM e TD, esses parâmetros vem se moldando. Por exemplo, os referenciais apontados inicialmente tem guiado a constituição de novos trabalhos, mas ao mesmo tempo, estes tem apontado para direção de novos fundamentos, como os que se ancoram em abordagem historiográfica atualizada, interface entre história e ensino, diferentes usos e visões das tecnologias, incluindo sua história e siglas como TIC, TDIC e TD, além de referências ligadas a teoria de aprendizagem, a exemplo da teoria da objetivação. Um dos parâmetros que não tem sofrido alteração é a abordagem metodológica que, frequentemente, ainda tem sido dada pela pesquisa qualitativa. Com relação ao tema histórico, embora Geometria tenha sido um recorrente nos estudos iniciais, atualmente, se vislumbram outros campos da matemática para o trabalho com aliança, dentre eles a Álgebra. De modo similar, embora o GeoGebra tenha sido apontado como tecnologia digital mais usada, atualmente outros recursos tem despontado como sendo viáveis a aliança, dentre estes estão os objetos de aprendizagem. Os argumentos favoráveis ao uso também têm sido atualizados, sobretudo à medida que os referenciais se alteram. Por fim, o cunho educacional, embora tenha recorrência maior com o formato de sequência de atividades, atualmente, se vislumbram outras possibilidades de tratamento didático a aliança, especialmente, quando se considera suas variações de modo que, inclusive, admite-se que pode haver alianças entre HM e TD que não tenham cunho educacional inicial.

Um outro resultado posto na Figura 4 consiste nos *elementos constitutivos da aliança*, são eles: *Atividade-histórica-com-tecnologia* e *Investigação-histórica-com-tecnologia*, cada um dos quais mostramos definição e composição. Porém, antes de apresentar esses aspectos trazemos um esclarecimento que consideramos relevante para compreensão de ambos. Neste sentido, enfatizamos que uma explicação para uso do hífen em ambos os temos reside na expressão coletivos-seres-humanos-com-mídia, usada por Borba (2002) e seus fundamentos científicos como Lévy (1993) e Tikhomirov (1981). Desse modo, designa uma forte conexão entre cada uma dessas partes que, na *aliança*, não são vistas de forma dissociada.

Como definição para atividade-histórica-com-tecnologia temos: Atividades/tarefas (conjunto de atividade/tarefas) que exploram problemas/situações históricos, de natureza matemáticos, via/com apoio de tecnologias digitais. Para tanto, tanto a história quanto as tecnologias devem aparecer de modo explícito. Seus elementos fundamentais estão postos no Quadro 2 que segue.

Quadro 2. Parâmetros para a(s) aliança(s) entre HM e TD

Elementos pré-textuais	Informações básicas	Desenvolvimento da atividade	Avaliação
Capa	Título/Objetivo	Procedimentos	Produções de relatórios
Sumário	Conhecimentos prévios	Perguntas reflexivas	Debates reflexivos
Apresentação	Cronograma/Recursos	Recortes históricos	Dinâmicas
	Recomendações ao professor/ Procedimentos	Investigação com tecnologia	

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Como definição para investigação-histórica-com-tecnologia temos: Processo de ex-

ploração que ocorre na elaboração/realização de projetos educacionais (atividades-históricas-com-tecnologias), respeitando as fases que permitem que a aliança entre HM e TD se consolide. Em geral, apoia a elaboração de atividades/produtos educacionais e se materializa em sua aplicação. Há dois fatores importantes desse elemento constituinte da aliança, um que corresponde a passos para realização de pesquisa/projeto educacional com a aliança e outro que determina passos para aplicação de produtos educacionais. A fim de melhor entender ambos, apresentamos os Quadros 3 e 4, respectivamente.

Quadro 3. Passos para realização de pesquisa/projeto educacional com aliança

1. Escolha de tema/obra/documento;
2. Estudo histórico (aproximação da perspectiva historiográfica atualizada);
3. Levantamento de situações/problemas/obras/documentos a serem investigados (extração de possíveis potencialidades didáticas);
4. Seleção de Tecnologia Digital (Escolha de software/recurso(s)) a ser usada;
5. Proposição de produto educacional - PE (com base no estudo histórico e potencialidades didáticas);
6. Aplicação do PE com validação e refinamento. Análise.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Vale ressaltar que na concepção de alianças entre HM e TD, pode não ser objetivo desenvolver projeto educacional. Assim sendo, se tratarmos de uma aliança dessa natureza, a pesquisa realizada pode sofrer alterações nos passos 5 e 6, não propondo elaboração e aplicação de PE, mas buscando incorporação das TD para tratamento das informações da HM. A parte dessa possibilidade e considerando a proposição de cunho educação para pesquisa com aliança, temos então os passos para aplicação, postos no Quadro 4.

Quadro 4. Passos para aplicação

1. Introdução da tarefa (imersão no contexto histórico, compreensão da obra/problema a partir do documento/texto),
2. Realização da investigação (com reflexões, simulações, levantamento e testagem de conjecturas com apoio das TD, preferencialmente) e, por fim,
3. Avaliação (em que se prevê socialização e discussão dos resultados enfatizando a relação entre HM e TD).

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A execução desses passos é posterior a elaboração do Produto Educacional fruto de pesquisa com aliança entre HM e TD que tenha cunho educacional.

Na direção do esclarecimento dos elementos constituintes da aliança, postos na Figura 4 anterior, trazemos mais um resultado que busca fomentar trabalhos desta natureza. Neste sentido, elaboramos uma *linha do tempo interativa* no software *TimeToast TimeLine* aglutinando estudiosos ao longo dos tempos que desenvolveram produção de natureza geométrica de modo a buscar disponibilizar seus respectivos trabalhos. Uma justificativa para essa produção técnica, resultado da aliança, consiste na necessidade de fomento de trabalhos na área, tendo em vista a escassez identificada nos primeiros estudos, como em Oliveira (2014). Outro ponto relevante é que consideramos que o que aciona a aliança é a história inicialmente, de fato, nos passos para realização de uma pesquisa com aliança, do Quadro 3 anterior, o primeiro passo consiste na escolha de tema/obra/documento e o segundo no seu estudo histórico. Além disso, dentre os parâmetros apontados no Quadro 2, o de tema histórico se refere a trabalhos de natureza geométrica. Por este motivo, pon-

deramos que disponibilizar obras/estudos dessa natureza a comunidade de pesquisadores pode propiciar produção de trabalhos com aliança. Para esse fim, a linha do tempo interativa pode ser acessada no link <https://www.timetoast.com/timelines/2451093> de modo que lá temos figuras associadas a estudiosos, resumo de suas biografias, destaque a sua produção de natureza geométrica e link de acesso a documento/obra em que tal trabalho se encontra, quando disponível. Uma amostra pode ser visualizada na Figura 6 que segue.

Figura 6. Amostra da Linha do tempo interativa



Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Um resultado que se desdobra deste consiste no uso de PodCast para informações da linha do tempo, de forma a disponibilizar os dados em áudio além do formato visual escrito, vislumbrando ainda uma possibilidade de acesso ampliado e inclusive aos dados. Trata-se de uma experiência piloto neste sentido, mas que sinaliza para desdobramentos futuros da aliança entre HM e TD, particularmente com uso de Podcasts e educação matemática inclusiva.

A Figura 4 ainda aponta como resultado o desenvolvimento de práticas fundamentadas na aliança entre HM e TD. Em Sousa (2020) há uma amostra de produtos educacionais desenvolvidos, os quais continuam ainda a serem produzidos à medida que as pesquisas avançam. Em Sousa (2023) há uma atualização dessas práticas e aqui sinalizamos outras que estão em andamento. A fim de exemplificar tais produções, trazemos as Figuras 7 e 8, respectivamente.

Figura 7. Algumas práticas com a aliança entre HM e TD



Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Cada uma pode ser consultada no levantamento de Sousa (2023) numa lista de produções que indicam conteúdos, título, nome de autores, entre outras colocações. Além disso, as versões dessas práticas, em formato de Produto educacional (PE), podem ser acessadas no site do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática PPGECONM da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), por meio do link de acesso aos Produtos Educacionais (PE)². Para tanto, os interessados podem realizar busca por título do PE e/ou nome de autores.

Como pode ser observado na linha do tempo da Figura 3, os trabalhos com alianças entre história da matemática e tecnologias digitais continuam sendo produzidos à luz dos fundamentos postos até então, desse modo, temos algumas outras práticas em andamento cuja amostra pode ser visualizada na Figura 8 adiante.

Figura 8. Algumas práticas em andamento com alianças entre HM e TD



Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Por fim, a Figura 4 citada antes, sinaliza para *desdobramentos* da aliança entre HM e TD. Já pontuamos alguns ao longo do texto, mas aqui destacamos certos aspectos que consideramos relevantes no momento. Um primeiro desdobramento, já apontado, mas que retomamos aqui, consiste no fato de admitirmos variações a aliança inicial entre HM e TD. Neste sentido, Sousa (2023) apresenta um esquema para ilustrar tais variações conforme podemos notar na Figura 9 da sequência.

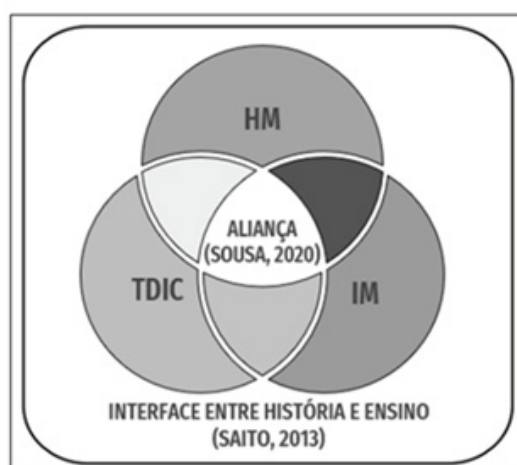
² https://sigaa.ufrn.br/sigaa/public/programa/secao_extra.jsf?lc=pt_BR&id=134&extra=1456485680

Figura 9. Variações da aliança entre HM e TD que aludem a alianças

Fonte: Sousa (2023, p.102)

Do esquema exibido pontuamos que passamos a admitir a existência de ramificações da aliança, inicial, entre HM e TD, de forma a abarcar outras possibilidades de liga entre essas duas tendências em educação matemática. Isto é, há aliança que liga HM e TD via IM; pode haver aliança entre HM e TD via outras tendências em educação matemática, sobretudo quando se anseia seu espectro no ensino; admitimos também que as pesquisas e estudos com a aliança entre HM e TD nem sempre tem caráter prático, sendo ainda também desenvolvido no âmbito teórico, incluindo ou não cunho educacional e/ou produção de produto educacional.

Uma amostra dessas variações pode ser percebida quando se observa a produção de pesquisadores que se voltaram para a aliança nos últimos tempos, especialmente, para além dos que iniciaram os trabalhos na UFRN. Uma varredura dessas produções pode ser consultada em Sousa (2023). Em geral, nesses trabalhos observa-se conexões entre HM e TD que sinalizam para uso da interface entre história da matemática e ensino (SAITO, 2013), como também para uso de teorias de aprendizagem, como a teoria da objetivação, TO (RADFORD, 2021), entre outros aspectos. Para cada um desses casos, resultados parciais podem ser notados, por exemplo, Souza (2022) traz pontos de convergência entre aliança e interface que podem ser ilustrados num esquema, conforme consta a Figura 10 que segue.

Figura10. Aliança entre HM e TD como uma via para interface entre HM e TD

Fonte: Elaborada pela autora em colaboração com Souza (2023)

Num esclarecimento do esquema supracitado, Souza (2022) procura elementos comuns a interface e a aliança de modo a dar um norte para a afirmação que a aliança se constituiria um caminho ou uma forma de propor a interface entre história e ensino. De fato, Saito (2013, 2015 e 2016) coloca que a interface busca ações e produções que requeiram ponderações sobre a construção histórica do conhecimento para propor atividades didáticas que profiram diálogo entre história e ensino. Para tanto, lança mão de aproximação de historiografia atualizada e propõe contribuição ao ensino especialmente ligada a formação de professores. Similarmente, a aliança tem como principal público de intervenção educacional a formação de professores e propõe diversas abordagens historiográficas, sendo inicialmente, a mais usada a tradicional. Entretanto, nos trabalhos em desdobramento, cada vez mais tem se buscado aproximação com a historiografia atualizada, especialmente pelo movimento do pensamento propiciado e que pode ser acionado pelas TD e IM.

Outro resultado parcial supracitado diz respeito ao uso de teorias de aprendizagem, a exemplo da teoria da objetivação (TO), para avaliar este aspecto na aliança, sobretudo, ao se indagar se é possível aprender matemática por meio da aliança. Neste caminho, observa-se que boa parte dos trabalhos com a TO se dedicam ao campo da álgebra e, embora a aliança, tenha se voltado inicialmente com maior frequência para trabalhos de natureza geométrica, o campo da álgebra tem se mostrado promissor. Da mesma forma, se observa um movimento de estudos com a TO, para além do campo da álgebra, mas também de natureza geométrica (JUSTINO JÚNIOR, 2022). Desta variação da aliança com a TO, conjecturamos alteração em alguns de seus elementos constituintes, por exemplo: o *conceito de atividade (labor-conjunto)* da TO (Teoria da Objetivação) pode ser levado para o de atividades-históricas-com-tecnologias da aliança; a ideia do trabalho *ombro a ombro, do labor conjunto* na TO, talvez possa ser estendida para *ombro-tela-ombro* na aliança. Este último, por exemplo, justificado pela ideia de coletivo pensante, nomeado por Borba (2002) de coletivos-seres-humanos-com-mídias, um dos fundamentos da aliança.

Ainda considerando as variações da aliança, ou alianças entre HM e TD temos com possibilidade o uso de outras tecnologias digitais, para além do GeoGebra. Um exemplo, são os trabalhos em andamento que usam objetos de aprendizagem (OA), histórias em quadrinhos (HQ) em versões digitais, PodCasts, mapas mentais, entre outros recursos..

Sejam esses alguns resultados e desdobramentos da aliança entre HM e TD, ressaltamos que seu alcance não se esgota neste texto e nessa seção do presente artigo, sobretudo, pois a aliança ou alianças entre HM e TD tem se constituído como tendência em educação matemática em desenvolvimento. Desse modo, novos estudos, como já pontuado, tem sido realizados e novos resultados devem emergir num movimento que tende a ciclicamente se retroalimentar no âmbito da pesquisa, teórica e prática. Portanto, a fim de encerrar este texto, mas não o assunto, nos encaminhamos as considerações finais conforme segue.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com intuito de discutir sobre a história da matemática em alianças com tecnologias digitais, o presente artigo se dedicou a apresentar a *aliança* (entre HM e TD) como uma tendência em educação matemática que conectou, inicialmente, HM e TD via IM em prol do

ensino. Contudo, pontuou ainda que essa tríade preliminar pode se desdobrar no par de *alianças* (HM e TD), que pode ocorrer via outras tendências para além da IM, bem como, permitir mais conexões. Desse modo, podemos admitir que existem *alianças* entre HM e TD que têm se constituído à medida que a história da aliança inicial foi se configurando. Como fomento a este caminho, questões primitivas foram colocadas como: é possível conectar duas tendências? Particularmente, a HM e TD podem se aliar em prol do ensino? Se sim, como seria esta articulação? Por que HM e TD? Diante das problemáticas postas, um objetivo foi pontuado e seu alcance apresentado ao longo do texto de modo a perpassar pelas seções de introdução; fundamentos da aliança, história e composição; resultados e desdobramentos e a presente seção de considerações finais. Esclarecendo, numa abordagem de pesquisa qualitativa procurou-se revelar a constituição da aliança, suas variações e desdobramentos os quais foram discutidos em interpretações fundadas na literatura. Encerramos com o desejo que os fundamentos pontuados na seção anterior sirvam de inspiração para produção de trabalhos futuros de modo que convidamos o leitor a fomentar as alianças entre HM e TD produzindo novos trabalhos nesta direção.

REFERÊNCIAS

- BORBA, Marcelo de Carvalho. Coletivos seres-humanos-com-mídias e a produção do conhecimento matemático. In: **I Simpósio Brasileiro de Psicologia da Educação Matemática**, 2002, Curitiba. I Simpósio Brasileiro de Psicologia da Educação Matemática, 2001. v. 1. p. 135-146. Disponível em: <http://www1.rc.unesp.br/gpimem/downloads/artigos/borba/borbacoletivos-seres-humanos-com-midias.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2022.
- BORBA, Marcelo de Carvalho. **Tendências em educação matemática**. Grupo Autêntica, 2022. Disponível em: <https://grupoautentica.com.br/autentica/colecoes/16>. Acesso em: 07 mai. 2022.
- BORBA, M. C.; DA SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. Quatro fases das tecnologias digitais em Educação Matemática. In: _____. **Fases das tecnologias digitais Educação Matemática: Sala de aula e internet em movimento**. Belo Horizonte: Autentica, 2014. p. 17- 46.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática**. 5 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2017.
- BORBA, Marcelo; SOUTO, Daise Lago Pereira; CANEDO JÚNIOR, Neil da Rocha. **Vídeos na Educação Matemática: Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2022. v. 1.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 09 jun. de 2023.
- Gomes, Anna Beatriz de Andrade; Sousa, Giselle Costa de. Timetoast Timeline como proposta para linha do tempo interativa e uso em Educação Matemática. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, v. 8, p. 626- 640, 2021. <https://doi.org/10.30938/bocehm.v8i23.5040>
- LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. 2ª

ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

JUSTINO JÚNIOR, Pedro. **Ensino e aprendizagem de Geometria na perspectiva da teoria de objetivação**. Orientador: Bernadete Barbosa Morey. 2022. 156f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/50127>. Acesso em 09 jun. 2023.

MENDES, Iran Abreu. **Matemática e investigação em sala de aula**: tecendo redes cognitivas na aprendizagem. Natal: Flecha do tempo, 2006.

MIGUEL, Antonio; MIORIM, Ângela Miorim. **História na Educação Matemática**: propostas e desafios. 3ª Ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

OLIVEIRA, José Damião Souza de. **A Geometria do compasso (1797) de Mascheroni (1750-1800) em atividades com GeoGebra**. 2014. 222f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

PONTE, João Pedro da; BROCARD, Joana; OLIVEIRA, Hélia. **Investigações matemáticas na sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

RADFORD, Luis. (2021). Aspectos conceituais e práticos da teoria da objetivação. In: V. Moretti & L. Radford (Eds.), **Pensamento algébrico nos anos iniciais**: Diálogos e complementaridades entre a teoria da objetivação e a teoria histórico-cultural (pp. 35-56). São Paulo: Livraria da Física.

ROQUE, Tatiana. **A História da Matemática**: uma visão crítica. Desfazendo mitos e lendas. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

TENDÊNCIA. In: DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2020. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/tendencia/>. Aceso em: 07 mai. 2022.

TIKHOMIROV, O. K. The psychological consequences of computarization, **The Concept of Activity in Soviet Psychology**, J. V. Wertsch, ed., M.E. Sharpe Inc., New York, pp. 256-278, 1981.

SAITO, Fumikasu. "Continuidade" e "descontinuidade": o processo da construção do conhecimento científico na História da Ciência. Educação e Contemporaneidade. **Revista da FAEBA**, v. 22 n. 39, p. 83-194, 2013.

SAITO, Fumikasu. **História da Matemática e suas (re)construções contextuais**. São Paulo: Ed. Livraria da Física; SBHMat, 2015.

SAITO, Fumikasu. **Construindo interfaces entre história e ensino da matemática**. Ensino da Matemática em Debate, v. 3, n. 1, p.03-19, 2016.

SOUSA, Giselle Costa de. **Aliança entre História da Matemática e Tecnologias via Investigação Matemática**. São Paulo: Livraria da Física, 2020.

SOUSA, Giselle Costa de. Experiências com GeoGebra e seu papel na aliança entre HM, TDIC e IM. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura**, v. 16, p. 140-159, 2021. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2021.n37.p140-159.id310>

SOUSA, Giselle Costa de. **Aliança entre história da matemática e tecnologias digitais na educação matemática**. São Paulo: Livraria da Física, 2023.

SOUSA, Giselle Costa; OLIVEIRA, José Damião Souza de. Levantamento e análise: trabalhos de educação matemática que relacionam história da matemática e o uso de softwares. 2012. In: 24ª SEMAT da UFRN.

SOUZA, Francisco Neto Lima de. **Um estudo sobre as relações entre os lados e ângulos de um triângulo, inseridas em uma carta escrita por al-Biruni, com direcionamentos à formação do professor de matemática**. 2022 170f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

Histórico

Recebido: 04 de abril de 2023.

Aceito: 10 de maio de 2023.

Publicado: 01 de agosto de 2023.

Como citar–ABNT

SOUSA, Giselle Costa de. História da Matemática em alianças com Tecnologias Digitais. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC**. Belém/PA, n. 44, e2023005, 2023. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n44.pe2023005.id510>.

Como citar–APA

Sousa, G. C. (2023). História da Matemática em alianças com Tecnologias Digitais. *Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC*, (44), e2023005. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n44.pe2023005.id510>.

Número temático organizado por

Iran Abreu Mendes  

Luis Andrés Castillo  