

O TEOREMA GEOMÉTRICO NO ENSINO MATEMÁTICO: uma perspectiva decolonial

Valdirene Rosa de Souza¹

RESUMO

O trabalho vem apresentar a proposta pedagógica, o teorema geométrico contextualizado no ensino de matemática, envolvendo educandos do Ensino Fundamental II na construção do conhecimento matemático a partir das práticas culturais e manipulação de objetos. O trabalho segue amparado tanto nos estudos etnomatemáticos, que privilegiam o raciocínio qualitativo, a criatividade, e a apreciação de saberes e fazeres em diferentes povos e culturas, quanto na decolonialidade, um movimento teórico, ético e político que encontra suas raízes nos projetos subversivos, pois, anseia pela reconstrução do pensamento hegemônico e a luta contra a existência dominada e desumanizada. Como resultado, ao ser promovido no ensino o teorema geométrico partindo da cultura africana egípcia, mudanças significativas na aprendizagem matemática do educando da Educação Básica.

Palavras-chave: Ensino de geometria; Etnomatemática; Decolonialidade.

THE GEOMETRIC THEOREM IN MATHEMATICS TEACHING: a decolonial perspective

ABSTRACT

The work comes to present the pedagogical proposal, the geometric theorem contextualized in the teaching of mathematics, involving Elementary School II students in the construction of mathematical knowledge from cultural practices and manipulation of objects. The work continues to be supported both by ethnomathematical studies, which privilege qualitative reasoning, creativity, and the appreciation of knowledge and practices in different peoples and cultures, and by decoloniality, a theoretical, ethical and political movement that finds its roots in subversive projects, therefore, it yearns for the reconstruction of the hegemonic thought and the fight against the dominated and dehumanized existence. As a result, it was found, when the geometric theorem was promoted in teaching based on the Egyptian African culture, significant changes in the mathematical learning of Basic Education students.

Keywords: Geometry teaching; Ethnomathematics; Decoloniality.

EL TEOREMA GEOMÉTRICO EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS: una perspectiva decolonial

RESUMEN

El trabajo viene a presentar la propuesta pedagógica, el teorema geométrico contextualizado en la enseñanza de las matemáticas, involucrando a los estudiantes de la Enseñanza Básica II en la construcción del conocimiento matemático a partir de prácticas culturales y manipulación de objetos. El trabajo sigue apoyándose tanto en los estudios etnomatemáticos, que privilegian el razonamiento cualitativo, la creatividad y la valoración de saberes y prácticas en diferentes pueblos y culturas, como en la decolonialidad, movimiento teórico, ético y político que hunde sus raíces en proyectos subversivos, por tanto, anhela la reconstrucción del pensamiento hegemónico y la lucha contra la existencia dominada y deshumanizada. Como resultado se encontró, cuando se promovió el teorema geométrico en la enseñanza con base en la cultura africana egípcia, cambios significativos en el aprendizaje matemático de los estudiantes de Educación Básica.

Palabras claves: Enseñanza de la geometría; Etnomatemáticas; Decolonialidad.

¹Doutora em Educação Matemática pela Instituição UNESP/SP. Pós-doutoramento pela Faculdade de educação/USP, SP, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6136-894X>. E-mail: valrosad@usp.br



INTRODUÇÃO

A omissão dos saberes e aspectos matemáticos das culturas não europeias no currículo escolar da educação básica fragiliza as discussões e ainda deixa patente a opção por leituras da realidade exclusivamente pela ótica de saberes eurocêntricos. O currículo pautado no saber único, no padrão eurocêntrico de ensinar, constrói a subjetividade dos educandos sob a hegemonia colonial, invisibilizando e subjugando diversas culturas e intelectualidades.

Assim, por almejar que o intelecto investigativo, suscite a observação, a sensação e a percepção de particularidades da natureza, ao mesmo tempo em que, interpreta e capta os indícios corriqueiros, registrados nos detalhes, muitas vezes imperceptíveis, buscamos um procedimento metodológico peculiar, que permita notar as irregularidades e emitir sinais, pistas ou avisos de que algo está desarmonizando o ambiente.

O raciocinar a partir dessas qualidades possibilita a criação de metodologias, que, aplicadas em ações generalizadas, poderiam engessar ou limitar o processo investigativo. Nessas condições, o paradigma indiciário foi o método de pesquisa adotado, por permitir o “estar” atento aos pormenores, aos gestos inconscientes, às particularidades, aos sinais, que muitas vezes, são considerados insignificantes e sem importância na investigação científica, por falta de percepção apurada e foco na generalização, “em características mais vistosas” (GINZBURG, 1989, p. 144) e proporcionar a apreciação dos saberes não visibilizados ou pouco visíveis no ensino tradicional.

Nesse sentido, a estrutura educacional deve ofertar uma educação igualitária, democrática, não discriminatória, tolerante e que priorize os saberes matemáticos a partir de outras perspectivas de ensinar e presente em diferentes povos e culturais. Segundo D’Ambrosio (2012, p. 82) nessa estrutura o currículo tornar-se-ia mais dinâmico e contextualizado pois reconheceria que,

nas sociedades modernas as classes são heterogêneas, reconhecendo-se entre os alunos interesses variados e enorme gama de conhecimentos prévios. Os alunos têm naturalmente grande potencial criativo, porém orientado em direções imprevistas e com motivações mais variadas. O currículo, visto como estratégia de ação educativa, leva-nos a facilitar a troca de informações, conhecimentos e habilidades entre os alunos e entre professor/aluno por meio de uma socialização de esforços em direção a uma tarefa comum (D’AMBROSIO, 2012, p. 82).



É fundamental um modelo educacional, que preserve a diversidade epistêmica do conhecimento, com vistas a assegurar uma sociedade mais plural, no que concerne a coexistência de saberes específicos de diferentes povos, grupo comunitário ou social.

Neste aspecto, a Etnomatemática mostra a importância da integração e da incorporação, no processo de ensino-aprendizagem, dos conhecimentos e dos saberes de um povo, pois, além de estar embebida de ética, elimina a desigualdade discriminatória, focaliza a recuperação da dignidade cultural do ser humano, dando, origem a uma nova organização social (D'AMBROSIO, 2011).

Os estudos etnomatemáticos e decoloniais partem de outras possibilidades, outras maneiras de pensar, outros modos de ler o mundo, compreender e investigar a realidade, uma episteme diferente do eurocêntrico ocidental dominante, que não aceita nenhuma outra base epistemológica como espaço de produção de conhecimento (GROSFOGUEL, 2007).

A decolonialidade amplia o olhar crítico, questionando a hegemonia exercida pelos países e culturas dominantes, e possibilita um conjunto de práticas que segue vigorando em todo o continente latino-americano, no espaço acadêmico e nos movimentos sociais, buscando a narrativa por meio das lentes dos grupos subalternizados. Isso pode ser constatado, a partir do crescimento das lutas dos movimentos negros, de novas produções acadêmicas sobre questões relativas às diferenças étnicas, ao multiculturalismo e às identidades culturais (OLIVEIRA; CANDAU, 2010).

Assim, dentre as produções e saberes construídos historicamente pelos diferentes povos, buscamos estudar no ensino da matemática, com aplicação prática: o saber geométrico evidenciado na cultura africana egípcia, a semelhança de figuras planas, a proporcionalidade, as relações métricas no triângulo retângulo, os conceitos e os procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico, social e digital.

Como resultado, estas ideias matemáticas relacionadas à geometria podem além de permitir a construção, a representação e a interdependência, desenvolver conhecimentos como: as propriedades relativas aos lados, vértices e ângulos de figuras planas, a construção de representações de espaços, a manipulação de representações de figuras geométricas planas em quadriculados ou no plano cartesiano, e com recurso de softwares de geometria dinâmica (BRASIL, 2018).



Na investigação matemática trabalhamos, a representação de um triângulo retângulo que possui suas medidas, denominadas pelos povos gregos como, catetos e hipotenusa, estendidas ao quadrado por meio de situações reais. A construção do conhecimento matemático a partir de atividades práticas e manipulações de objetos, possibilitaram, aos educandos do Ensino Fundamental II, apresentar o teorema geométrico de forma não abstrata, mas que faz muito sentido para aos educandos.

A partir dessa abordagem de ensino, fomos além dos textos de matemática dos materiais convencionais que têm se caracterizado pelo seu modo apresentacional, linguagem extremamente formalizada, textos que parecem privilegiar a concepção de uma matemática pronta, e quando se trata das relações métricas no triângulo retângulo, propõe o ensino do teorema de geométrico, a partir de um conjunto de exercícios preestabelecido, geralmente com informação exata e sem problematizações, induzindo a aplicação das técnicas matemáticas já apresentadas e bem definidas.

Por compreender que esse material didático, disposto na educação escolar se apresenta linear e monocultural, privilegiando objetivos, conteúdos e métodos que atendem a definições obsoletas de propósitos conservadores (D'AMBROSIO, 2005), optamos por introduzir os elementos da imprecisão empírica e as questões reais, para criar situações concretas da aprendizagem, problematizar o pensamento matemático e proporcionar um ensino crítico.

Os questionamentos: *como trabalhar o chamado teorema geométrico de forma que a aprendizagem aconteça e faça sentido? O que apresentar para que ocorra aproximação com a realidade? Qual o propósito de aprender esse assunto? Para que serve, onde o aplicar?* provocaram mudanças no jeito de ensinar matemática e apresentar o conteúdo, integrando no processo de aprendizagem, mecanismos distintos do tradicional

A aceitação e a incorporação de outras maneiras de analisar e explicar fatos e fenômenos podem levar as reflexões mais amplas e criativas sobre a natureza do pensamento matemático, como é o caso da Etnomatemática que procura entender o saber/fazer matemático, ao longo da história, contextualizado em diferentes grupos de interesse, comunidades, povos e nações (D'AMBROSIO, 2005).

Ademais, as atribuições matemáticas não podem ser associadas a um único indivíduo ou a um único grupo social ou étnico, sendo que, todo conhecimento é um acumular de



esforços, “a matemática é uma atividade humana” (SKOVSMOSE, 2007, 32). Portanto, deve-se considerar os aspectos matemáticos de culturas não europeias, e seus modos de lidar com o conhecimento, visto que possibilitam considerar elementos e recursos para pensar o ensino por outro viés, por escolhas distintas, e não um modo único de estabelecer relações e obter conhecimentos (MALDONADO-TORRES, 2007).

O TEOREMA GEOMÉTRICO NO ENSINO DA MATEMÁTICA

A introdução no ensino de matemática do teorema geométrico partiu da pesquisa investigativa sugerida pela professora em relação a construção de ângulos retos pelos artesãos do antigo Egito e das indagações dos educandos como: *quais povos usavam formas geométricas? por que usamos a forma triangular? Em que situações ou momentos? O que são ângulos? Por que é interessante medir os lados de um triângulo? Por que devemos conhecer a relação entre as medidas dos lados de um triângulo retângulo? Quem foi Pitágoras? Quais os conhecimentos adquiridos por Pitágoras com os africanos?*

No processo investigativo e registros dos educandos realizados na sala de informática, resultaram valiosos relatos e discussões. Os grupos, em roda de conversa, explanaram os dados e informações encontradas referente a história dos povos antigos: as formas de medir desses povos e sua semelhança ao processo de medição do pedreiro da comunidade local; a utilização do esquadro/triângulo retângulo nas construções antigas (pirâmides egípcias e sudanesas) e na construção civil na atualidade; a precisão do alinhamento, da medição e dos ângulos retos das pirâmides; a corda de treze nós (figura 1); o cúbito: a viagem de Pitágoras ao Norte da África (Egito); os conhecimentos adquiridos por Pitágoras com os sábios africanos.

Nas aulas expositivas, foi possível ressaltar que a civilização egípcia era notável quando o assunto era construção. Apoiada em uma matemática experimental, essa civilização construiu um conjunto arquitetônico cujo destaque são as enormes pirâmides. Grande parte da construção civil era amparada em formação de ângulos retos. O problema de traçar ângulos retos foi resolvido pelos egípcios de forma tão engenhosa quanto simples. A geometria egípcia apresentava um caráter prático. E foi da necessidade de calcular áreas de terrenos, volumes de silos, pirâmides e outras aplicações práticas que esta emergiu. Os

egípcios calculavam com precisão áreas de retângulos, triângulos e trapézios isósceles, possivelmente pelo método de decomposição e recomposição de figuras.

Outro grupo de estudantes pesquisou um pouco mais sobre as edificações egípcias (estruturas bem antigas) e na aula relatou as informações. As pirâmides foram arquitetadas em pedras, construídas entre 2551 e 2495 a.C. para servirem de túmulo aos faraós. A maior pirâmide, conhecida como Pirâmide de Quéops tem a base quadrada – quase um quadrado perfeito – cujo lado mede aproximadamente 230 metros. Sua altura, que é de 146 metros, equivalendo à altura de um prédio de 50 andares. As diferenças entre as medidas de seus lados são muito pequenas e seus ângulos são todos praticamente iguais a 90° .

Figura 1 – Medidas das terras egípcias

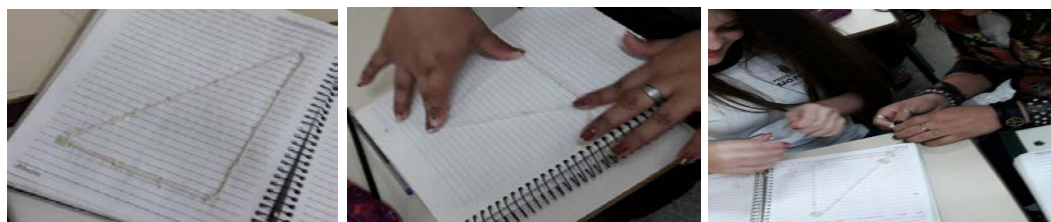


Fonte: <https://www.brasilecola.com>. (2018)

Para corroborar com esta explanação, relatamos que os arquitetos e construtores egípcios desenvolveram grandes conhecimentos de geometria. Eles utilizavam uma corda com 12 nós para a construção de um triângulo retângulo particular para obter “cantos” em ângulos retos. Os nós foram distribuídos em intervalos iguais, dobrando a corda de modo que formasse um triângulo de lados 3, 4 e 5 (figura 2) e ao emendá-los pelas extremidades (vértices) obtinham um ângulo reto opostos ao lado 5. (Giovanni e Castrucci 2002).

Após as investigações, explanações e trocas de conhecimentos entre os estudantes estimulamos a construção de um esquadro com barbante, com o intuito de experimentar a ideia de forma concreta e em seguida verificar o alinhamento das paredes ou de outras estruturas que continham linhas horizontais e verticais.

Figura 2 – Representação de esquadro em barbante



Fonte: Arquivo pessoal

Tradicionalmente, os estudantes têm aprendido o conteúdo da matemática, relações métricas no triângulo retângulo, a partir de desenhos de triângulos retângulos, em seguida, são estimulados a medir seus lados com régua e ângulos com transferidor para compreender que: *o quadrado de um cateto é igual ao produto da hipotenusa pela projeção desse cateto sobre a hipotenusa; o quadrado da altura é igual ao produto das projeções dos catetos sobre a hipotenusa; até descobrir uma das relações mais famosas da história, o teorema de Pitágoras que diz que “O quadrado da hipotenusa é igual à soma do quadrado dos catetos”.*

A aprendizagem se torna mais significativa quando o estudante está em contato com a situação concreta, sugerimos o desenvolvimento da aula no espaço externo à sala (no pátio/quadra e parque), favorecendo a observação de elementos da natureza e objetos físicos. E incentivamos os estudantes a identificar as formas triângulos retângulos; medir os lados com a fita métrica ou trena e reproduzir as medidas na folha de papel; registrar o nome do objeto e se possível desenhá-lo. A princípio o ângulo foi medido intuitivamente e noutro momento, recorreremos as ferramentas adequadas para obter a medida exata de cada objeto. Alguns estudantes mediram o degrau da escada, outros a rampa para cadeirante, a inclinada do escorregador, o ladrilho da quadra; a trave de ferro do gol; etc.

A execução da proposta teorema geométrico no ensino da matemática no Ensino Fundamental II (EF II), partiu de indagações que permitiram construir outros momentos de aprendizagem por meio da pesquisa investigativa na internet (sala de informática), de atividades teóricas (história e situações-problema) e de práticas (construções geométricas, quebra-cabeças, pipas), finalizando no experimento (medir a altura da pipa do espaço externo da escola).



UM POUCO DA HISTÓRIA

Como a história da matemática pode evidenciar os problemas que constituem o campo de experiência do matemático, ou seja, o lado concreto do fazer (ROQUE, 2012), e conduzir ao entendimento do sentido de seus conceitos, incentivamos os estudantes a investigar na história a origem do chamado teorema de Pitágoras.

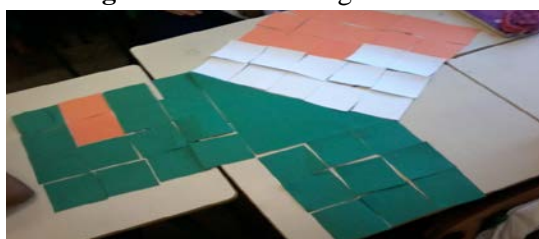
Mesmo após as pesquisas realizadas em livros e nos sites de busca pela internet, nos quais os estudantes encontraram informações acerca da descoberta e da demonstração do teorema por Pitágoras de Samos (6º séc. a.C.), relatamos a existência de outros livros de história da matemática mais precisos, descrevendo que os babilônios antigos estavam cientes desse conhecimento há mais de mil anos antes do tempo de Pitágoras. E ainda, esse conhecimento estava presente em obras hindus e chinesas, cujas versões originais provavelmente datem do tempo de Pitágoras ou lhe eram anteriores (GERDES, 2011).

Provavelmente, em suas viagens pelo Egito, Pitágoras tenha tido contato com este fato geométrico (RAMOS, 2012). Ao tomar conhecimento da propriedade do triângulo retângulo 3, 4 e 5, estabeleceu outra relação para esses números, compartilhando o conhecimento no mundo grego. Pois geometria, que significa medida da terra, teve início no Egito e daí terá passado para a Grécia.

Essa ideia levou os estudantes a registrar e construir triângulos retângulos e quadrados geométricos para a aplicação desse conhecimento. Eles entenderam que os artesãos egípcios construía(m) (os vértices de) quadrados, cujas áreas eram iguais à soma das áreas de dois quadrados dados e a partir dessa constatação, chegaram à compreensão do ‘Teorema de Pitágoras’.

Os estudantes fizeram algumas observações sobre construção civil de obras presentes no dia a dia como casas, edifícios, pontes, a manutenção da praça da comunidade, onde os trabalhadores da construção civil finalizavam a edificação de bancos de concretos, iluminação, academia ao ar livre, jardim e playground.

Figura 4 – Teorema geométrico



Fonte: Arquivo pessoal

Em seguida, elucidamos que geralmente os trabalhadores em canteiros de obras de construção civil, realizam cálculos de medidas do comprimento e da largura, da inclinação de ângulos e demarcam o terreno para iniciar as construções. Estas são tarefas comuns em obras ou edificações tanto recentes como as mais antigas. Exemplo disso, pode ser apreciado nas edificações do antigo Egito.

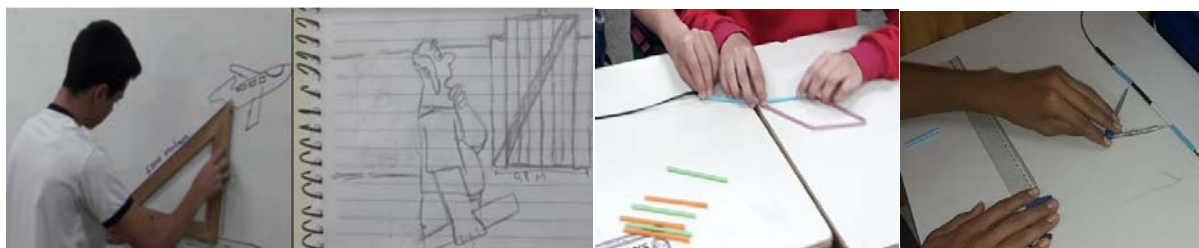
Figura 5 – Construção de Pirâmides na aula de Matemática



Fonte: Arquivo pessoal

A compreensão dos estudantes se deu pelo teorema geométrico, pois, esse entendimento permitiu examinar as representações geométricas, efetuar medições em objetos reais, por exemplo, degraus de escadas, rampas e telhados inclinados, apresentando um ângulo de 90° graus. em objetos reais, ter realizado.

Figura 8 – Aplicação Situação-problemas



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 9 – Atividades concluídas

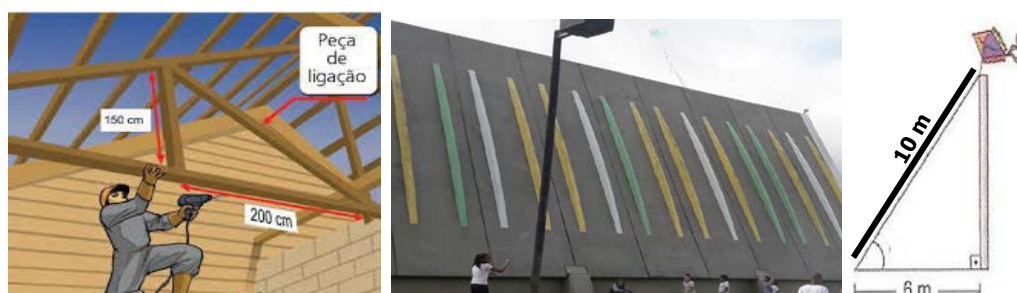


Fonte: Arquivo pessoal

CONSIDERAÇÕES

O teorema geométrico ao promover o entendimento a partir da cultura africana egípcia, com enfoque no concreto e na experimental, com práticas alternativas, destacando as localidades, os territórios e as culturas singulares (SOUZA, 2021) possibilitou a superação das representações formais, regras e procedimentos rigorosos, outras formas de pensar os fundamentos da matemática e modos próprios de argumentação. Para além do saber incorporado pelos gregos, buscamos repensar as práticas metodológicas e proporcionar aos educandos a participação ativa e crítica na aprendizagem.

Figura 10 – Atividades concluídas



Fonte: Arquivo pessoal



Ações voltadas para a educação matemática na vertente decolonial, que resistem, questionam e buscam ampliar os saberes, partindo de elementos e recursos que possibilitam pensar o ensino por outro viés, culturalmente relevante ao educando, para além do monoculturalidade do conhecimento.

Consideramos que tais práticas possibilitam desenvolver soluções mais criativas, percepções materiais e intelectuais mais imediatas e ainda, voltadas ao desafio intelectual mais abstrato (D'AMBROSIO *apud* COSTA, 2020), que conseqüentemente, afloram a capacidade cognitiva e as habilidades intelectuais do educando (POWELL, 2022, p 73)

Decolonization of instruction employs instructional practices that recognize and support the mental brilliance of children and older students and promote students' exercise of intellectual agency. Mental brilliance with intellectual and emotional agency are naturally occurring in human beings (POWELL, 2022, p 73)

Como resultado, a proposta **teorema geométrico no ensino da matemática**, permitiu efetivar práticas pedagógicas contextualizadas na diversidade de saberes e culturas, desenvolver o pensar crítico, reflexivo e argumentativo, questionar o saber único, indo além das limitações impostas pelos métodos e objetos de estudos disciplinares, que normalmente apresentam o saber centrado nas grandes descobertas, pautado exclusivamente, em teoremas, definições e demonstrações.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR**. Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no contexto escolar: possibilidades, Brasília: MEC, 2018.

COSTA, C. F. **Ubiratan D`Ambrosio e a decolonialidade na Etnomatemática**. Entrevista realizada no modo on-line em 23/6/2020. Universidade Federal Fluminense (UFF), Instituto de Educação de Angra dos Reis, Departamento de Educação, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. 2 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

D'AMBROSIO, U. A busca da paz como responsabilidade dos matemáticos. **Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática**. número 7. pp 201-215. Costa Rica. 2011.



D'AMBROSIO, U. **Educação matemática: da teoria à prática**. Campinas, SP: Papirus, 2012.

GERDES, P. **Pitágoras Africano**: Um estudo em cultura e educação matemática, 2011.

GINZBURG, C. **Mitos, emblemas, sinais: morfologia e história**. São Paulo: Cia. das letras, 1989.

MALDONADO-TORRES, N. Sobre la colonialidad del ser: contribuciones al desarrollo de un concepto. *In*: CASTRO-GOMEZ, Santiago.; GROSFOGUEL, Ramón. (org.). **El giro decolonial: Reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global**. Bogotá: Siglo del Hombre, 2007.

OLIVEIRA, L. F.; CANDAU, V. M. F. Pedagogia decolonial e educação antirracista e intercultural no Brasil. **Educ. rev. [on-line]**. 2010, v.26, n.1, p.15-40. ISSN 0102- 4698. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-46982010000100002&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 10 mar.2023.

POWELL, A. B. Decolonizing Mathematics Instruction: Subordinating Teaching to Learning. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 36, n. 73, p.i-x, ago. 2022.

RAMOS, E.F. **Teorema de Pitágoras**. Campina Grande – PB: Monografia (Licenciatura Plena em Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba 2012.

ROQUE, T. **História da matemática: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas**. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

SKOVSMOSE, O. **Educação Crítica: incerteza, matemática, responsabilidade**. São Paulo: Cortez Editora, 2007.

SOUZA, V. R. **Presença africana na arquitetura e na educação brasileira: uma perspectiva decolonial sob a égide da Etnomatemática**. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rio Claro/SP, 2021.