

Etnomodelagem e construções históricas: uma análise do processo de pesquisa de estudantes do Ensino Médio

Ethnomodelling and historical constructions: an analysis of the research processe of high school students

Zulma Elizabete de Freitas Madruga¹

RESUMO

Este artigo apresenta análise dos resultados de um projeto de pesquisa aderente ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Ensino Médio (PIBIC Jr.). Teve-se como objetivo investigar como estudantes de Ensino Médio elaboram etnomodelos matemáticos presentes em construções arquitetônicas urbana, proporcionando o conhecimento de parte da realidade local. Trata-se de uma pesquisa qualitativa na qual foram utilizados como instrumentos de produção de dados observações, diário de campo, entrevista, projeto, relatório de pesquisa, e relato de experiência das estudantes. Os dados foram analisados por meio da triangulação de dados, e os resultados apontaram que as estudantes conseguiram se apropriar de conhecimentos êmicos (locais), e traduzir esses conhecimentos para uma abordagem ética (global), por meio de etnomodelos dialógicos. Ademais, ambas passaram por um processo de conversão do conhecimento (tácito e explícito) ao passo que perpassaram as etapas de socialização – êmico; externalização – dialógico; combinação – ético; e internalização – dialógico.

PALAVRAS-CHAVE: Etnomodelagem. Iniciação Científica. Construções históricas. Conceitos geométricos.

ABSTRACT

This article presents an analysis of the results of a research project that adhered to the Institutional Program of Scholarships for Scientific Initiation of Secondary Education (PIBIC Jr.). The objective was to investigate how high school students elaborate mathematical ethnomodels present in urban architectural constructions, providing knowledge of part of the local reality. It is a qualitative research in which observations, field diary, interview, project, research report, and experience report of the students were used as data production instruments. The data were analyzed through data triangulation, and the results showed that the students were able to appropriate emic (local) knowledge and translate this knowledge into an etic (global) approach, through dialogic ethnomodels.

¹ Doutora em Educação em Ciências e Matemática - PUCRS. Professora adjunta de Ensino de Matemática no Centro de Formação de Professores - UFRB. Docente permanente dos Programas de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática - PPGECEM/UESC e Educação Científica e Formação de Professores - PPGECEM/UFRB. E-mail: betemadruga@ufrb.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1674-0479>



Moreover, both went through a knowledge conversion process (tacit and explicit) while going through the stages of socialization – emic; externalization – dialogic; combination – etic; and internalization – dialogic.

KEYWORDS: Ethnomodelling. Scientific research. Historical buildings. geometric concepts.

Considerações iniciais

Entende-se que é necessário que a Educação Matemática incentive a valorização do entorno no qual o estudante está inserido, e onde o mesmo se reconheça dentro de sua cultura. Considera-se que o caminho não está em uma forma disciplinar, e sim em olhar os problemas como um todo, ou seja, que o currículo busque visar os problemas da sociedade, das comunidades nas quais os estudantes estão inseridos.

Nesse sentido, apresenta-se aqui um projeto de investigação vinculado ao Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Tendências da Educação Matemática e Cultura (GEPTeMaC), desenvolvido com duas estudantes de Ensino Médio que cursavam o 2º ano, e tiveram financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) entre setembro de 2021 e agosto de 2022. As estudantes eram oriundas de escolas públicas do estado da Bahia. Uma da região do Recôncavo Baiano e outra do Vale do Jiquiriçá. Foram realizadas reuniões semanais com as estudantes, as quais foram orientadas por uma professora na escola e uma professora da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), instituição na qual o projeto foi vinculado.

Este artigo busca analisar os resultados das investigações das estudantes; uma residente no município de Laje – BA, região do Vale do Jiquiriçá, que escolheu a Igreja Matriz Nossa Senhora da Conceição em Laje – BA para compor o cenário de sua pesquisa. A justificativa da estudante foi que a igreja faz parte de um dos principais patrimônios antigos da cidade, sendo um importante símbolo do município e da prática religiosa da cidade. De acordo com as investigações da estudante, a Igreja é historicamente importante para a sociedade, apresentando estruturas arquitetônicas diferentes ao longo dos anos, baseadas em distintos períodos da história.

A outra estudante, residente no município de Governador Mangabeira - BA, no Recôncavo Baiano, escolheu a Praça Castro Alves como cenário para a investigação. A Praça em tela é uma importante construção e ponto de referência no Município de Governador Mangabeira - BA. É um local com significado histórico e

econômico para a população do local, por estar localizada no centro da cidade, e nela concentra-se a maior área comercial do Município.

As ideias de valorização do patrimônio cultural vêm ao encontro de D'Ambrosio (1986), que já destacava sobre os elementos essenciais da evolução da Matemática e seu ensino, arraigados a fatores socioculturais. Os elementos culturais podem contribuir no desenvolvimento dos programas escolares de forma diferenciada e motivadora. De acordo com Ferreira (1993), a escola faz parte de um contexto social, seja o bairro onde se localiza, a região, a aldeia, ou qualquer que seja seu entorno, e esse contexto deve ser valorizado nas escolas.

Nesse sentido este artigo tem como objetivo investigar como as estudantes de Ensino Médio, bolsistas de iniciação científica, elaboraram etnomodelos matemáticos presentes em construções arquitetônicas urbana, proporcionando o conhecimento de parte da realidade local. Para tanto, apoiou-se teoricamente nos pressupostos da Etnomodelagem, e tem-se como questão de pesquisa: como as estudantes de Ensino Médio, bolsistas de iniciação científica, elaboraram etnomodelos matemáticos presentes em construções arquitetônicas urbana, proporcionando o conhecimento de parte da realidade local?

Nas seções que seguem, apresentam-se as bases teóricas que embasam essa pesquisa, os procedimentos metodológicos, principais resultados e considerações finais.

A Etnomodelagem e os etnomodelos

Define-se Etnomodelagem como uma abordagem teórico-metodológica que busca valorizar e compreender o conhecimento matemático local, traduzindo-o para uma linguagem acadêmica global. É uma aplicação prática da Etnomatemática que adiciona uma perspectiva cultural aos conceitos de Modelagem Matemática, que tem como objetivo o registro das ideias, procedimentos e práticas matemáticas desenvolvidas em contextos culturais distintos (Rosa; Orey, 2017).

A Etnomatemática é entendida aqui como a arte ou técnica de conhecer, explicar e entender os diversos contextos culturais (D'ambrosio, 1990). Ambiente natural, social, cultural e imaginário (etno) de explicar, aprender, conhecer e lidar (matema) com modos, estilos, artes e técnicas (ticas). Trata-se de um programa de pesquisa que visa explicar os processos de geração, organização e transmissão de conhecimento em diversos sistemas culturais. Estuda as relações e conexões entre noções matemáticas e outros elementos culturais, os saberes e o saber-fazer

matemático adquiridos no desenvolvimento de uma atividade profissional (D'Ambrosio, 2001).

E a Modelagem Matemática é considerada aqui como método de ensino com pesquisa que consiste na elaboração de um modelo (Biembengut, 2016). A essência do processo de modelar emerge na mente de uma pessoa quando alguma dúvida genuína ou circunstância instigam-na a encontrar uma melhor maneira para alcançar uma solução, descobrir uma forma de compreender, solucionar, alterar, ou ainda, criar ou aprimorar algo (Biembengut, 2014).

As relações entre a Etnomatemática e a Modelagem Matemática inicialmente apontadas por D'Ambrosio (1990); Biembengut (2000) e Bassanezi (2002), podem apresentar-se por meio da Etnomodelagem. A qual busca valorizar e compreender o conhecimento matemático local, traduzindo-o para uma linguagem acadêmica (global) e expandindo a abrangência desse conhecimento para pessoas de outras culturas ou espaços geográficos (glocal), podendo ser compreendida como o estudo das práticas matemáticas desenvolvidas por membros de grupos culturais distintos, por meio da Modelagem Matemática (Rosa; Orey, 2017). Assim, os procedimentos da Etnomodelagem envolvem práticas matemáticas utilizadas e desenvolvidas em diversas situações-problema enfrentadas no cotidiano desses grupos.

De acordo com Madruga (2022a), a Etnomodelagem pode se apresentar-se como uma proposta para o ensino de Matemática, com intuito de proporcionar um espaço de interação e reflexão, na elaboração e aprofundamento de conhecimentos oriundos das mais diversas culturas, em um permanente movimento que se volta às práticas educativas.

Nesse sentido, a Etnomodelagem pode ser considerada uma proposta metodológica que se utiliza dos conceitos de diversidade e cultura (etno) em consonância com a Modelagem Matemática (ticas) com o objetivo de potencializar a aprendizagem (matema) nos diferentes níveis de escolaridade, visando sugerir um caminho para o ensino e aprendizagem de Matemática (Madruga, 2022a; Madruga, 2022b).

Para Rosa e Orey (2017), é preciso compreender os conhecimentos matemáticos oriundos das práticas sociais que estão enraizadas nas relações culturais. Nessa direção, a Etnomodelagem estuda o conhecimento matemático por meio de um "processo de interação que influencia os aspectos locais (êmico) e global (ético) de uma determinada cultura" (Rosa; Orey, 2017, p. 18). Segundo Rosa e Orey (2017, p. 20):

- 1) Abordagem Ética: está relacionado como o ponto de vista dos pesquisadores, investigadores e educadores em relação as crenças, os costumes e o conhecimento matemático e científicos desenvolvidos pelos membros de um determinado grupo cultural.
- 2) Abordagem Êmica: está relacionado ao ponto de vista dos membros de grupos culturais distintos em relação aos seus próprios costumes e crenças e também ao desenvolvimento de seus próprios conhecimentos científico e matemático.

De acordo com Rosa e Orey (2018), é fundamental que haja um diálogo entre as abordagens êmica e ética, denominada abordagem dialógica (glocal), por meio da qual se pode compreender as influências culturais na elaboração dos modelos, evidenciando a interdependência e a complementaridade entre o 'êmico' e o 'ético', por meio do dinamismo cultural.

Para Madruga (2022a), a Etnomodelagem possui um papel importante para a construção do conhecimento, não apenas matemático, e pode facilitar a comunicação entre professores e estudantes, propiciando a conversão entre os conhecimentos matemáticos tácito (êmico) e explícito (ético), por meio da elaboração de (etno)modelos dialógicos. Gerando um ambiente onde a vivência, a realidade e os conhecimentos social e cultural do estudante sejam priorizados, propiciando que a aprendizagem seja construída de forma conjunta.

Na Modelagem Matemática, a ideia de modelo está presente em todas as áreas do conhecimento, afirma Biembengut (2014). A autora define modelo como "um conjunto de símbolos os quais interagem entre si representando alguma coisa" (Biembengut, 2014, p. 20). Essa representação pode ocorrer por meio de uma imagem, desenho, projeto, esboço, gráfico, lei matemática, entre outros. Quando se refere à Etnomodelagem, o componente cultural é de suma importância, pois as narrativas desenvolvidas pelos membros de distintos grupos culturais, salientam a unidade da cultura (Rosa; Orey, 2017).

Nessa direção, os modelos investigados ou elaborados na Etnomodelagem recebem o nome de etnomodelos, justamente por se considerar o fator cultural mencionado. Rosa e Orey (2017) concebem etnomodelos como construtos culturais, pois um dos principais objetivos para sua elaboração é "compreender a maneira de pensar e raciocinar desses membros [grupos culturais distintos], bem como entender como organizam e modelam as suas ideias e procedimentos matemáticos a partir do próprio ponto de vista" (p. 46).

Cada abordagem da Etnomodelagem gera um tipo de etnomodelo. Os etnomodelos êmicos são construtos culturais baseados nas práticas matemáticas desenvolvidas internamente à cultura, que tenham significado local. Pode-se citar

como exemplo os artefatos culturais produzidos por pessoas dos mais diferentes grupos. Já o etnomodelo ético, são elaborados de acordo com a percepção externa, fora do grupo cultural. É a visão do investigador sobre aquele sistema que está sendo modelado, representando o modo como as pessoas de fora da cultura (pesquisadores) "imaginam que o sistema retirado da realidade funcione, enquanto os etnomodelos êmicos representam como os indivíduos que vivem nesses grupos culturais percebem a utilização desses sistemas da própria realidade" (Rosa; Orey, 2017, p. 54).

A construção de etnomodelos dialógicos tem a intenção de mostrar uma visão holística de uma representação dos fenômenos investigados em contextos culturais distintos. Com base no diálogo entre o local e global, os etnomodelos dialógicos buscam uma tradução de determinada prática desenvolvida por membros de grupos culturais distintos, buscando compreender os conhecimentos tácitos e transformá-los em explícito, para aqueles que possuam conhecimentos culturais diferentes possam compreender e explicar essa prática a partir de um outro ponto de vista (Rosa; Orey, 2017).

Os conhecimentos tácitos (êmicos) são aqueles oriundos da experiência que cada pessoa teve durante a vida. Assim, ele é subjetivo, pois decorre dos valores e da vivência de cada indivíduo. Este tipo de conhecimento é difícil de ser transferido para a linguagem formal, escrita. Pode ser considerado como o saber-fazer, é contextualizado e análogo (Nonaka; Takeuchi, 1997).

Corroborando com as ideias de Rosa e Orey (2012), acredita-se que a Etnomodelagem pode facilitar uma estrutura pedagógica que promova a identificação e a disseminação dos conhecimentos – tácitos e explícitos (Rosa; Orey, 2012). Entende-se conhecimento explícito (ético) como aquele que já foi transformado para a linguagem formal. Assim sendo, foi passado para a forma de manuais, normas, textos, equações matemáticas, etc.

Nonaka e Takeuchi (1997) sugerem que o processo de conversão entre os conhecimentos explícito e tácito seja espiralado, pois é um processo contínuo e dinâmico que evolui por meio das interações sociais. Os conhecimentos tácitos e explícitos são complementares, e a interação entre eles resultará em mais conhecimento. Nonaka e Takeuchi (1997), dividida em quatro modos a conversão do conhecimento, não independentes entre si, são eles: socialização, externalização, combinação e internalização.

A socialização compreende a conversão de conhecimento tácito em outro também tácito. Este processo ocorre a partir da interação entre as pessoas (Nonaka; Takeuchi, 1997). Entende-se que esses conhecimentos tácitos podem ser considerados como os conhecimentos locais (êmicos) destacados por Rosa e Orey (2017, 2018). No desenvolvimento da Etnomodelagem, essa socialização pode ocorrer por meio de visitas à determinados locais (Pimentel, 2019; Santos, 2020), ou conversas com pessoas experientes em determinados assuntos. É aprender por meio da experiência, valorizando a cultura e os saberes advindos dos estudantes. No qual “o professor e os alunos compartilham o conhecimento tácito através das experiências, das ideias, dos modelos mentais e das habilidades técnicas através da elaboração de atividades interativas, cooperativas e contextualizadas” (Rosa; Orey, 2012, p. 277).

A externalização é um processo de articulação do conhecimento tácito em conceitos explícitos (Nonaka; Takeuchi, 1997). Pode ser definido também como um processo de início da criação de um conhecimento global (ético), na medida em que o conhecimento tácito se torna explícito, expresso na forma de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses, modelos ou etnomodelos. A Etnomodelagem pode facilitar esse processo de externalização, na medida em que proporciona a valorização dos conhecimentos que os estudantes trazem consigo, permitindo que esses conhecimentos sejam de certa forma um “facilitador” para a aprendizagem dos conhecimentos acadêmicos.

A combinação ocorre quando se transforma conhecimento explícito em outro conhecimento explícito (Nonaka; Takeuchi, 1997). Desta forma, ao mudar o contexto, há uma recategorização ou aumento de um conhecimento explícito, de certa forma, transformando este conhecimento.

Os diferentes tipos de conhecimento explícito que os estudantes possuem são combinados e convertidos em um novo conhecimento explícito, que contém um nível mais elevado de complexidade. Esse processo permite que os conhecimentos explícitos, que são combinados, sejam reorganizados, reestruturados, sistematizados e refinados (Rosa; Orey, 2012, p. 278).

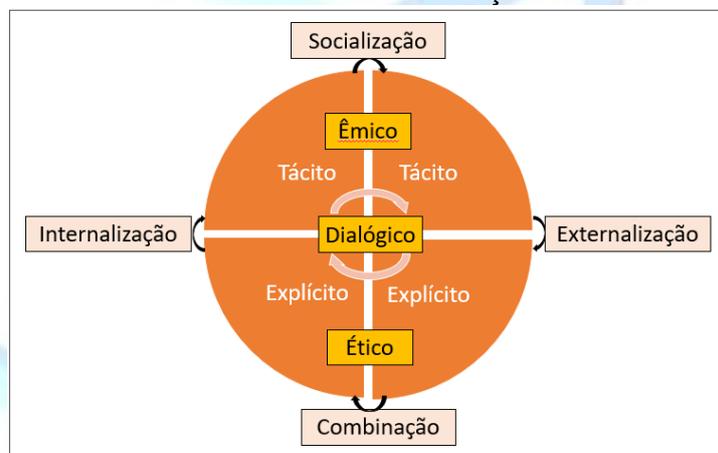
Compreende-se que na Etnomodelagem essa combinação ocorre no momento que os estudantes conseguem articular o que foi aprendido, quando compartilham diferentes conhecimentos explícitos, com base em aprendizagem anterior, integrando-os em um novo conhecimento explícito. Este poderia ser relacionado com o conhecimento ético (global), propriamente dito.

A internalização é o processo de transformação de conhecimento explícito em conhecimento tácito (Nonaka; Takeuchi, 1997). De certo modo, identifica-se com o conceito comum de aprender fazendo. A Etnomodelagem pode contribuir com esse processo de internalização ao passo que auxilia os estudantes, ao verem a aplicação da Matemática em diferentes contextos e situações do cotidiano, de forma a compreender que esta não é apenas explicação e reprodução de cálculos e fórmulas, mas que para além dessas teorias, esta podem ser vista e utilizada para resolver situações problemas.

Para Rosa e Orey (2012, p. 277) “a reflexão interna e a troca de informações entre o professor e os alunos e entre os alunos e os alunos favorecem a internalização do conhecimento, facilitando o desenvolvimento da consciência crítica através dos relacionamentos sociais”. Infere-se que esse processo de internalização gera a aprendizagem, ou seja, um conhecimento dialógico (glocal).

Nessa direção, Nonaka e Takeuchi (1997) afirmam que a conversão do conhecimento, na dimensão epistemológica, pode ser desdobrada nesses quatro modos de se criar conhecimento, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 01 – Conversão do conhecimento e relações com a Etnomodelagem.



Fonte: Adaptado de Madruga (2022a)

Com base em Nonaka e Takeuchi (1997) ao tratar sobre a conversão do conhecimento, que segundo os autores pode ser um movimento em espiral; relacionando com as ideias de Rosa e Orey (2017) sobre a Etnomodelagem, considera-se que esse processo de espiral é um movimento dialógico o qual relaciona os conhecimentos êmicos dos estudantes (tácitos) com os conhecimentos éticos (explícitos), efetivando-se com o apoio de etnomodelos e conseqüentemente, gerando a aprendizagem, na busca por agregar os conhecimentos culturais de um povo com os saberes acadêmicos (escolares) bem como a busca por etnomodelos

matemáticos que estejam relacionados a um problema de estudos oriundo de questões culturais. Um etnomodelo é uma forma clara e objetiva de explicitar o conhecimento matemático oriundo de um grupo cultural (externalização).

Procedimentos metodológicos

O projeto, assim como esta pesquisa, foi desenvolvido por meio de uma abordagem qualitativa, conforme Bogdan e Biklen (2010), pois se buscou ampliar e caracterizar discussões acerca Etnomodelagem, por meio dos etnomodelos êmicos (locais); éticos (matemáticos); e dialógicos (relação entre a Matemática e a cultura local). Foi realizado de forma remota com encontros semanais pelo *Google Meet* entre as estudantes e as professoras orientadoras (escola e universidade) no período de um ano (2021-2022), durante a vigência da bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino Médio (PIBIC Jr.).

Nos encontros, foram abordados inicialmente temas sobre o que é pesquisa e como fazer um projeto de pesquisa. As estudantes escolheram uma construção urbana cada uma: (1) Igreja Matriz Nossa Senhora da Conceição em Laje – BA; e (2) Praça Castro Alves em Governador Mangabeira – BA; ambas localizadas na região central dos municípios em que residem cada uma das estudantes.

As estudantes elaboraram e desenvolveram um projeto científico buscando compreender a geometria apresentada no modelo arquitetônico da Igreja Matriz Nossa Senhora da Conceição em Laje-BA e da Praça Castro Alves em Governador Mangabeira – BA. Para isso realizaram uma pesquisa de campo, onde os dados foram produzidos por meio de visitas e observações à Igreja e à Praça; um levantamento histórico das informações por meio de fontes oficiais como Secretaria da Igreja (1); Prefeitura Municipal (2); fieis mais antigos (1); entrevista com ex-prefeito (2); busca bibliográfica em arquivos municipais (1 e 2); assim como fotografias tiradas pelas estudantes (1 e 2).

Com o levantamento dessas informações, foi realizada a análise deste artigo, na busca por responder o problema de pesquisa. Os dados produzidos para se obter os resultados foram oriundos: i) das observações e anotações em diário de campo, realizadas pela autora deste artigo em cada encontro com as estudantes; ii) dos projetos e relatórios finais das duas estudantes; iii) de uma entrevista realizada no final da vigência do projeto com cada uma das estudantes; e iv) dos resumos publicados pelas bolsistas, juntamente com as professoras da escola.

A análise ocorreu por meio da triangulação dos dados, a qual é considerada, conforme Denzin e Lincoln (2006), como uma combinação de metodologias

diferentes para analisar o mesmo fenômeno, com vistas a consolidar a elaboração de teorias emergentes. Denzin e Lincoln (2006, p. 19) afirmam que o “uso de múltiplos métodos, ou da triangulação, reflete uma tentativa de assegurar uma compreensão em profundidade do fenômeno em questão”. Esse processo garante que um mesmo objeto de estudo seja visto por diversos ângulos, por meio da análise de dados e da interpretação de resultados.

A triangulação de dados utiliza diferentes fontes, nesse contexto, buscou-se verificar a comparação e a convergência das informações obtidas nos instrumentos de produção que compuseram a amostragem teórica desse estudo, conforme pode ser observado na Figura 2, a seguir:

Figura 02 – Triangulação dos dados.



Fonte: A autora (2023)

A partir dessa triangulação, que propiciou uma análise e interpretação dos dados produzidos, e com a fundamentação teórica da Etnomodelagem, explicita-se na próxima seção a discussão dos principais resultados obtidos nessa pesquisa.

Discussão e análise dos resultados

Nessa seção são descritos e analisados os resultados dos subprojetos das duas bolsistas de iniciação científica PIBIC – Ensino Médio. A estudante aqui chamada de E1, aborda em sua investigação questões sobre a história e a arquitetura da Igreja Matriz Nossa Senhora da Conceição no município de Laje – BA, a partir de buscas sobre a história local e de fotografias da igreja (etnomodelos êmicos), foi possível realizar uma análise dos conceitos geométricos envolvidos na construção (etnomodelos éticos). E por meio das relações realizadas a partir do diálogo entre a cultura local e os conceitos matemáticos, foi contemplada a abordagem dialógica da Etnomodelagem.

A estudante chamada de E2 investigou sobre a Praça Castro Alves no Município de Governador Mangabeira - BA. Também realizou observações na Praça e as analisou por meio de fotografias (etnomodelos êmicos), e sob o ponto de vista ético, a partir dos etnomodelos criados pela estudante sob a forma de desenhos geométricos.

Conforme Rosa e Orey (2017) os etnomodelos êmicos são construtos culturais. Nesse sentido, as imagens históricas das construções e as fotografias tiradas pelas estudantes são representações de espaços culturais, que representam um etnomodelo construído por pessoas daquela cultura, naquele espaço e tempo. Essas representações são carregadas de saberes e fazeres, bem como de conhecimentos matemáticos. A visão externa, e desenhos geométricos elaborados pelas estudantes, correspondem a etnomodelos éticos, pois apresenta suas visões enquanto pesquisadoras. Essas relações entre os aspectos locais, culturais e sociais, levantados por meio de narrativas de pessoas da comunidade e a visão matemática global das estudantes, configura-se como um processo de diálogo e dinâmica cultural.

Ambas (E1 e E2) realizaram entrevistas narrativas com pessoas do local. Sobre narrativas, Santos e Madruga (2021, p. 201) afirmam que a "Etnomodelagem pode ser desenvolvida com o apoio das narrativas, pois há momentos em que o investigador procurará compreender diferentes concepções, histórias e vozes". A estudante E2 menciona na entrevista final do projeto que:

Realizei uma entrevista com o engenheiro xxx e também, antigo prefeito, que residiu a vida inteira no município. Ele também me disponibilizou fotos da praça durante a sua gestão. Também conversei com o engenheiro responsável pela reforma mais recente da Praça, que também me cedeu uma planta técnica com todas as medidas do local. Tive também muitas discussões com o professor e historiador xxx, ele me passou muitas informações e imagens da forma mais antiga da praça, até mesmo antes de sua construção, pelo fato de possuir grandes conhecimentos sobre o município de Governador Mangabeira, consegui absorver muitas coisas através dessas conversas. (Estudante E2, 2022).

Essas afirmações mostram que ocorreram durante a investigação diálogos locais que contribuíram para sua apropriação da trajetória e mudanças deste espaço ao longo dos anos, o que corrobora com Santos e Madruga (2021), quando afirmam ser importante pontuar o resgate histórico dos saberes locais oriundos do grupo cultural investigado. "Quando desenvolvidas atividades de Etnomodelagem com estudantes, estas permitem o (re)conhecimento sobre histórias que fazem parte do

seu cotidiano e de outros contextos, mas que por vezes, não são exploradas ou valorizados" (Santos; Madruga, 2021, p. 204).

Enquanto E1 descreve em seu projeto todo diálogo (entrevista) realizado com a secretária da Igreja, na qual relata que "Até 1914 existia a primeira igreja, porém aconteceu uma enchente e foi destruída, após a enchente foi erguida uma nova igreja (2° igreja), foi destruída em 1960 com a enchente, em 1962 foi construída uma nova igreja matriz (3° igreja)" (Estudante E1, 2022).

Nesse momento de entrevistas com pessoas da comunidade, ocorreu a socialização, prescrita por Nonaka e Takeuchi (1997). Na Etnomodelagem, essas conversas com pessoas experientes em determinados assuntos, membros de comunidades diversas, e as visitas realizadas pelas estudantes em seus locais de investigação (abordagem êmica), pode ser comparado com essa socialização. É a ocasião que se transforma o conhecimento tácito em outro conhecimento também tácito, porém mais aprofundado.

Com os dados da entrevista realizadas pelas estudantes com pessoas da comunidade, e das fotos por ela tiradas, foram apresentados resumos expandidos no V Encontro de Matemática da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), organizado por acadêmicos do Curso de Licenciatura em Matemática. Sendo que parte das pesquisas das estudantes estão publicadas nos anais do referido evento (Jesus; Jesus, 2022; Rocha; Santos, 2022).

O momento em que as estudantes externam os conhecimentos tácitos oriundos das vivências nas cidades onde residem, acrescidos das informações adquiridas nas entrevistas, estão transformando esse conhecimento tácito em explícito, é o que Nonaka e Takeuchi (1997) denominam de externalização. Na Etnomodelagem, é o início de uma relação entre o êmico e o ético, por meio de um início de uma abordagem dialógica (Rosa; Orey, 2017, 2018).

Ao analisar os resumos publicados e apresentados pelas estudantes, os projetos e relatórios finais, assim como observar a evolução das mesmas durante um ano de execução do projeto, pode-se perceber a aprendizagem das mesmas no que tange a história local, e a propriedade com que falam sobre a história da igreja e as modernizações ocorridas ao longo do tempo (E1), assim como sobre as formas antigas da Praça (E2), e suas reformas durante os anos. Essa afirmação é

fundamentada dados analisados nessa pesquisa, bem como com informações oriundas das apresentações² de seus projetos.

As narrativas sobre reformas e modernizações, tanto da Igreja quanto da Praça, contemplaram a abordagem êmica da Etnomodelagem (Rosa; Orey, 2017), a qual dá voz às pessoas da comunidade ao retratarem sua história e cultura. E as fotografias reunidas pelas estudantes, desde as formas mais antigas da Igreja e da Praça, bem como as fotografias tiradas pelas estudantes em momento atual, configuram-se como etnomodelos êmicos, carregados de valores culturais, saberes e fazeres das pessoas que planejaram e construíram estes espaços. Como mostram as Figuras 3, 4, 5 e 6, a seguir.

Figura 03 – Etnomodelo êmico – Antiga Igreja Matriz, destruída em 1914 – Laje – BA.



Fonte: Acervo da Igreja, dados da pesquisa de E1.

Figura 04 – Etnomodelo êmico – Igreja Matriz em 2021 – Laje – BA.



Fonte: Dados da pesquisa de E1.

² As estudantes realizaram uma live, no canal do GEPTEMaC no youtube, para comunicar os resultados de seus projetos de Iniciação Científica. Tais apresentações podem ser visualizadas no seguinte endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=KWpv9JfJZ9U>. Acesso em 11 de agosto de 2023.

Figura 05 – Etnomodelo êmico – Praça Castro Alves em 1962 – Governador Mangabeira –



Fonte: Acervo da Prefeitura, dados da pesquisa de E2.

Figura 06 – Etnomodelo êmico – Praça Castro Alves em 2020 – Governador Mangabeira – BA.



Fonte: Dados da pesquisa de E2.

Os etnomodelos êmicos apresentados por meio das fotografias em diferentes tempos, aliadas às narrativas das pessoas do local, e das falas das bolsistas, mostram a apropriação dessas estudantes sobre a cultura local, indicando a valorização dessas construções e de suas histórias, como pode-se observar na seguinte fala: "estou vendo a igreja com outros olhos, e entendendo a sua história e suas reformas, antes, quando eu passava na frente, nem imaginava que tinha tanta história e como é importante a gente valorizar e resgatar a memória local" (Estudante E1).

Rosa e Orey (2017), assim como Madruga (2022) chamam atenção para a importância da valorização da cultura local e da história das pessoas nos mais diversos grupos culturais e sociais. Para Madruga (2022), a Etnomodelagem tem como premissa a valorização dos saberes e fazeres de pessoas oriundas de diferentes espaços e culturas, "e a posterior tradução, ou não, destes saberes para o ambiente escolar, no intuito de ensinar matemática por meio dessa valorização da diversidade e cultura local" (p. 29).

Conforme fala das estudantes “Eu vou passar na Igreja e nunca mais vou olhar do mesmo jeito” (Estudante E1, 2022). “Agora eu vou na Praça e vou ficar olhando as formas geométricas” (Estudante E2, 2022). Esses excertos mostram a importância da iniciação científica para estudantes de Ensino Médio, e a mudança de postura (olhar) para a realidade local. E essa mudança, talvez possa ratificar a aprendizagem, não apenas em relação à Matemática (formas geométricas), mas principalmente em relação à valorização de sua cidade, de sua cultura e de sua história. Quando isso ocorre, de acordo com Nonaka e Takeuchi (1997), há uma combinação, ou seja, transformação de conhecimento explícito em outro explícito mais aprofundado. Na Etnomodelagem, é possível comparar com o conhecimento ético, ou seja, o olhar matemático (e geométrico) sobre questões do cotidiano (Rosa; Orey, 2017).

Uma investigação nessa mesma direção das realizadas pelas estudantes, foi publicada por Pimentel (2019), que utiliza como temática a arquitetura da cidade de Arraias – TO, mais especificamente o muro do cemitério municipal. Nessa dissertação, a autora buscou identificar etnomodelos matemáticos presentes na construção do muro do Cemitério e sua praça de acolhimento na cidade de Arraias – TO, proporcionando o conhecimento de parte da realidade local. Os etnomodelos matemáticos presentes na construção do muro do cemitério foram observados e relacionados com modelos matemáticos existentes. Para isso, Pimentel (2019) partiu dos conhecimentos éticos de uma pessoa que participou da construção e reconstrução do muro, a autora propõe etnomodelos geométricos, com uma abordagem ética e dialógica.

A pesquisa de Pimentel (2019) vem ao encontro das realizadas por E1 e E2, que apresentam objetivos semelhantes: investigar os modelos arquitetônicos de prédios históricos, analisando-os na perspectiva da Matemática, mais especificamente, da geometria. No intuito de valorização e aprendizagem da cultura local, bem como de conceitos matemáticos e geométricos.

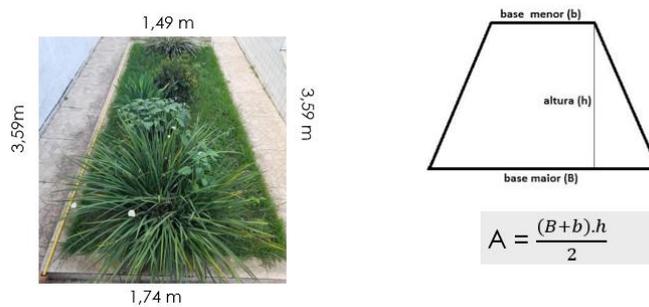
Após a produção dos dados e visitas à igreja e à praça, estando as estudantes apropriadas sobre parte da história de sua localidade, começou-se a privilegiar no projeto os aspectos éticos, apontados por Rosa e Orey (2017, 2018) como a tradução do conhecimento local para o global, por meio de uma abordagem dialógica (glocal). Essa etapa ocorreu quando os conhecimentos matemáticos começaram a emergir, e teve-se como intuito instigar a aprendizagem das estudantes. A partir dos dados produzidos pelas estudantes (fotografias) e das

observações realizadas *in loco*, elas apresentaram suas percepções geométricas que estavam visíveis nos elementos das construções que compõem a igreja e a praça.

No caso de E1, ela mencionou que infelizmente não constavam registros que apontassem as medidas reais da Igreja, e nem uma planta baixa que indicasse o modelo de sua construção. Dessa forma as informações quanto aos aspectos geométricos apresentados pela estudante foram coletadas pela própria, diretamente na igreja, com o auxílio de uma trena e por meio dos registros fotográficos.

A seguir, nas Figuras 7 e 8 apresentam-se as imagens, respectivamente, de um canteiro interno da lateral da igreja (etnomodelo êmico), acompanhado de medições e análise geométrica realizada pela estudante (Figura 7); cálculo do volume do canteiro (Figura 8); fotografia da porta da igreja - etnomodelo êtico, e sua medida da área – etnomodelo ético (Figura 9).

Figura 07 – Canteiro interno da Igreja Nossa Senhora da Conceição - Laje-BA.



Fonte: Relatório de Pesquisa da bolsista E1 - PIBIC Jr.

Figura 08 – Canteiro interno da Igreja Nossa Senhora da Conceição - Laje-BA.



Fonte: Relatório de Pesquisa da bolsista E1 -PIBIC Jr.

Figura 09 – Porta principal da Igreja Nossa Senhora da Conceição - Laje-BA.



$$A = 2,50 \cdot 2,30$$

$$A = 5,75 \text{ m}^2$$

Fonte: Relatório de Pesquisa da bolsista E1 -PIBIC Jr.

A Figura 7 mostra que a estudante conseguiu visualizar o canteiro em forma trapezoidal, calculando a área do mesmo, a partir das medições realizadas por ela. Considera-se que as fotografias apresentadas pela estudante se constituem como etnomodelos êmicos, e que as formas geométricas por ela observadas, assim como a relação com a Matemática acadêmica, são os etnomodelos éticos (Rosa; Orey, 2017). Já na Figura 9, ela mostra o cálculo da área da porta da Igreja (etnomodelo ético).

Além desse etnomodelos que remetem a figuras planas, a estudante fez cálculos do volume dos canteiros no pátio interno da Igreja (Figura 8) e das colunas dos muros da igreja, conforme Figura 10.

Figura 10 – Muro externo da Igreja Nossa Senhora da Conceição - Laje-BA.



Fonte: Relatório de Pesquisa da bolsista E1 - PIBIC Jr.

O muro da Igreja (Figura 10) tem a forma de prisma quadrangular, a estudante E1 identifica a figura, mas tem dificuldades em fazer os cálculos de volume, necessitando do auxílio das professoras durante a investigação. E1 consegue identificar que a torre da igreja tem, segundo ela, formato de pirâmide, mas nem com estimativa de medidas, pois não seria possível fazer as medições exatas, ela consegue realizar os cálculos. Após uma observação mais detalhada, a estudante chega à conclusão que na verdade a torre da Igreja apresenta o formato de um tronco de pirâmide.

Com base no projeto e relatório de E1, e também de E2, assim como suas apresentações e do acompanhamento semanal durante o projeto, foi possível perceber a aprendizagem das estudantes com relação a conceitos de geometria plana, e superficialmente espacial, limitada apenas a identificação de sólidos nas arquiteturas investigadas e cálculos de volume mais simples, e ainda apresentando certa dificuldade.

Considerando que as duas estudantes estavam na 1^o série do Ensino Médio no início da vigência das bolsas (período pandêmico, com aulas remotas), e sua finalização ocorreu antes das estudantes concluírem a 2^a série (retorno gradativo

das aulas presenciais), e estas não haviam estudado formalmente os conceitos de geometria espacial, pode-se inferir que este foi o motivo das dificuldades apresentadas por ambas em perceberem e operarem com figuras tridimensionais. Ambas visualizaram de imediato as figuras planas, e precisaram ser instigadas para considerarem as relações no espaço. Conseguindo realizar alguns cálculos de volume, mas nenhum de áreas de figuras espaciais.

A estudante E2 conseguiu, juntamente a Prefeitura Municipal, a planta técnica da Praça, que a auxiliou em sua investigação, segundo a estudante: “comecei a me aprofundar nos conceitos geométricos presentes nessa construção, e em pouco tempo pude perceber que a geometria faz parte de toda a estrutura da Praça” (Estudante E2, 2022).

As Figuras 11, 12 e 13 mostram a análise realizada por E2, quando compara as figuras geométricas planas presentes na arquitetura da Praça, e realiza cálculos com base em algumas medidas retiradas da planta baixa, e outras realizadas pela própria estudante *in loco*.

Figura 11 – Chafariz localizado na Praça, em frente à Igreja em Governador Mangabeira – BA.



Fonte: Relatório de Pesquisa da bolsista E2 - PIBIC Jr.

Figura 12 – Chafariz localizado na Praça, em frente à Igreja em Governador Mangabeira – BA.



Podemos calcular a área do quadrado $A = l^2$.
 Supondo que cada quadrado tenha lado 0,5 m. A área de cada quadrado é:

$$A = 0,5^2$$

$$A = 0,5 \cdot 0,5$$

$$A = 2,5 \text{ m}^2$$

A área do quadrado é de 2,5 metros.

Podemos calcular a quantidade de cimento utilizada para cobrir esse espaço circular:
 O espaço de cimento = A círculo - 9. A quadrado

Para calcular a área do cimento:

$$A \text{ de cimento} = 113,04 - 9 \cdot 2,5$$

$$A \text{ de cimento} = 104,04 - 2,5$$

$$A \text{ de cimento} = 101,04 \text{ m}^2$$

Foram utilizado um total de 101,04 m² de cimento para o entorno do círculo.

Fonte: Relatório de Pesquisa da bolsista E2 - PIBIC Jr.

Figura 13 – Canteiro localizado na Praça de Governador Mangabeira – BA.

1,5

1,5

1,5

1,5

Para calcular o perímetro dessa forma utilizamos:

$$P = 1,5 + 1,5 + 1,5 + 1,5$$

$$P = 6\text{m}$$

O perímetro é a soma de todos os lados de uma determinada forma!

O perímetro da forma é igual **6m**.

Fonte: Relatório de Pesquisa da bolsista E2 - PIBIC Jr.

A estudante E2 apresenta cálculos com base na geometria plana, e, assim como E2, apropriam-se do conhecimento em um processo de internalização que para Nonaka e Takeuchi (1997) é a transformação do conhecimento explícito em tácito, ou seja, a relação dialógica entre os conhecimentos êmicos e éticos, oriundos das vivências e experiências das estudantes durante o processo investigativo.

Como resultado pode-se inferir que as estudantes se apropriaram de conhecimentos de geometria plana e espacial, sendo esta de maneira mais superficial, tendo em vista que nunca haviam estudados tais conceitos. E que ambas passaram por um processo de conversão do conhecimento (tácito e explícito) ao passo que perpassas as etapas espiraladas sugeridas por Nonaka e Takeuchi (1997): socialização – êmico (tácito - tácito); externalização – dialógico (tácito – explícito); combinação – ético (explícito – explícito); e internalização – dialógico (explícito – tácito).

Destaca-se a seguir duas falas (uma de cada estudante) durante a entrevista, em que trazem à tona seus sentimentos em relação à pesquisa e ao projeto que participaram.

“Essa pesquisa despertou o interesse em construir modelos matemáticos, fazendo correspondências com elementos geométricos, possibilitando compreender a Matemática presente nas construções históricas. Levando um olhar matemático complexo, intenso, aprofundado, onde a Matemática está visível em todos lugares, na natureza ou até mesmo em ações humanas” (Estudante E1, 2022)

“Após o início de toda a pesquisa, eu pude concluir, que a Praça Castro Alves de Governador Mangabeira tem uma história muito profunda e interessante. Desde o início de sua construção por volta de 1962 até atualmente, esse local tem uma enorme importância histórica para os habitantes do lugar e todos preservam e zelam muito por esse espaço que é considerado o maior ponto comercial do Município, e também acima de tudo é um espaço de lazer amplo, disponível para toda a população. Aprofundei-me, e estudei detalhadamente cada uma dessas formas geométricas presentes da estrutura da praça, e com isso acabei passando a ver com outros olhos a geometria, não só na construção em questão, mais também em qualquer outra” (Estudante E2, 2022).

Os etnomodelos elaborados pelas estudantes foram detalhados e fundamentados teoricamente, para que contribuíssem para suas aprendizagens, que, além de serem iniciadas na pesquisa, aprenderam sobre as etapas da realização de uma investigação científica; expuseram seus resultados para a comunidade acadêmica; e discutiram sobre a cultura local de onde vivem, assim como sobre conceitos matemáticos, principalmente de geometria plana e espacial, o que contribuiu para suas formações críticas e reflexivas como cidadãos.

Considerações finais

Este artigo objetivou investigar como as estudantes de Ensino Médio, bolsistas de iniciação científica, elaboram etnomodelos matemáticos presentes em construções arquitetônicas urbana, proporcionando o conhecimento de parte da realidade local. Foram realizadas orientações e observações com duas estudantes do 2º ano de Ensino Médio de escolas públicas estaduais da Bahia, bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Ensino Médio (PIBIC - Jr).

Com o suporte teórico da Etnomodelagem, os resultados apontaram que cada uma das estudantes conseguiu se apropriar da história do local e compreender as diferentes modificações ocorridas ao longo dos anos; com as visitas/observações, tiraram fotografias que foram consideradas como etnomodelos êmicos, e, ao observá-las, foram construídos etnomodelos éticos, com base na Matemática acadêmica, representados por desenhos de figuras geométricas planas e cálculos aritméticos que representam perímetro, área e em alguns momentos, volume de alguns elementos das construções observadas (Igreja e Praça).

Essa relação entre o êmico e o ético, por meio do diálogo e dinamismo cultural, pode ser considerado como expressões dialógicas entre os etnomodelos. Ademais, a pesquisa, proporcionou aprendizagens acerca dos conceitos geométricos por parte das estudantes, as quais foi possível perceber durante o acompanhamento semanal e avaliação contínua das orientadoras.

Ademais, destaca-se que as estudantes elaboraram etnomodelos juntamente com o desenvolvimento do processo de conversão do conhecimento tácito em explícito, ao perpassarem pelas etapas de socialização – êmico (conhecimento tácito em tácito); externalização – dialógico (conhecimento tácito em explícito); combinação – ético (conhecimento explícito em explícito); e internalização – dialógico (conhecimento explícito em tácito). Os etnomodelos elaborados pelas estudantes foram êmicos (fotografias); éticos (representações matemáticas); e representações dialógicas, que mostram o dinamismo cultural e essa relação entre a história, a cultura e a Matemática.

Além disso as investigações realizadas pelas bolsistas possibilitaram que as mesmas compreendessem que a Matemática está presente nas construções históricas, na natureza, nas ações humanas cotidianas e que conhecessem e valorizassem a cultura e a memória da história local.

Referências

BASSANEZI, Rodnei Carlos. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, Maria Salett. Modelagem Matemática & Etnomatemática: Pontos (In)Comuns. In: **I Congresso Nacional de Etnomatemática**, São Paulo. 2000.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem Matemática no Ensino Fundamental**. Blumenau: Editora da FURB, 2014.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

BOGDAN, Robert.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto, Portugal: Editora Porto, 2010.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Da Realidade à Ação**: reflexões sobre educação e matemática. São Paulo: Summus, 1986.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**. São Paulo: Ática, 1990.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**. Elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

DENZIN, Norman Kent; LINCOLN, Yvonna Sessions. **O planejamento da pesquisa qualitativa**. Porto Alegre, RS: Penso, 2006.

FERREIRA, Eduardo. Cidadania e Educação Matemática. In: **Educação Matemática em Revista**, Blumenau, v.1, n.1, p. 12-18, 1993.

JESUS, Giselle Leal de; JESUS, Luana Oliveira Moreira de. 2022. Um olhar geométrico para a arquitetura da histórica igreja matriz Nossa Senhora da Conceição no município de Laje – BA. In: EMAT, 5., 2022, Amargosa. **Anais eletrônicos** [...] Amargosa: Bahia, 2022. p. 71 - 74. Disponível em: <https://sites.google.com/evento.ufrb.edu.br/v-emat/anais?authuser=0>. Acesso em: 28 fev. 2023.

MADRUGA, Zulma Elizabete de Freitas. Ethnomodelling as a Methodological Alternative to Basic Education: Perceptions of Members of a Research Group. In: ROSA, Milton, CORDERO, Francisco, OREY, Daniel Clark, CARRANZA, Pablo. (Eds.). **Mathematical Modelling Programs in Latin America**. Springer, Cham, 2022a.

MADRUGA, Zulma Elizabete de Freitas Pesquisas em Etnomodelagem no Brasil: um olhar sobre as concepções de Modelagem Matemática. **ReDiPE: Revista Diálogos e Perspectivas em Educação**, v. 4, n. 2, p. 17-32, 30 dez. 2022b.

NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hitotaka. **Criação de conhecimento na empresa**: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1997.

PIMENTEL, Cristiane Castro. **Etnomodelagem**: uma abordagem de conceitos geométricos no cemitério de Arraias – TO. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Matemática, Arraias, 2019.

ROCHA, Ana Carolina de Santana.; SANTOS, Girlane da Silva dos. Construções históricas: conceitos geométricos presentes na praça Castro Alves no município de Governador Mangabeira-BA. In: EMAT, 5., 2022, Amargosa. **Anais eletrônicos [...]** Amargosa: Bahia, 2022. p. 51 - 53. Disponível em: <https://sites.google.com/evento.ufrb.edu.br/v-emat/anais?authuser=0>. Acesso em: 28 fev. 2023.

ROSA, Milton; OREY, Daniel Clark. A Modelagem como um Ambiente de Aprendizagem para a Conversão do Conhecimento Matemático. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 26, n. 42A, p. 261-290, 2012.

ROSA, Milton; OREY, Daniel Clark. **Etnomodelagem**: a arte de traduzir práticas matemáticas locais. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

ROSA, Milton; OREY, Daniel Clark. Etnomatemática: investigações em etnomodelagem. **Revista de investigação e divulgação em Educação Matemática**, Juiz de Fora, v. 2, n. 1, p. 111-136, jan./jun. 2018.

SANTOS, Jonas dos **Produção Artesanal de Chocolate e Etnomodelagem**: construção do conceito de função por estudantes do Ensino Fundamental. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual de Santa Cruz, 2020.

SANTOS, Jailda da Silva dos; MADRUGA, Zulma Elizabete de Freitas. A Importância das Narrativas para as Pesquisas em Etnomodelagem. **INTERMATHS**, Vitória da Conquista, v. 2, n. 2, p. 195-211, 2021.

Submetido em abril de 2023

Aceito em agosto de 2023