

ETNOMATEMÁTICA: A MATEMÁTICA PRESENTE NO TRABALHO DOS PEDREIROS

DOI: <https://doi.org/10.33871/22385800.2023.12.28.223-242>

Antonio Walter Silva Araujo¹
Daiana Estrela Ferreira Barbosa²

Resumo: Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que teve como principal objetivo investigar os métodos matemáticos utilizados empiricamente pelos pedreiros, apresentando os resultados matemáticos que os sustentam. Para alcançar o objetivo, buscamos evidenciar a Matemática empírica desenvolvida por pedreiros; compreender como a Matemática empírica é desenvolvida por eles e explorar os conhecimentos matemáticos empíricos utilizados pelos pedreiros relacionando-os com a Matemática escolar. A abordagem metodológica utilizada foi de caráter qualitativa do tipo descritiva. Os dados foram coletados a partir de entrevistas semiestruturadas aplicadas a três pedreiros, profissionais do âmbito da construção civil. Na análise dos dados tomamos como principal referência os pressupostos teóricos de Ubiratan D'Ambrosio. Ressaltamos que os métodos matemáticos estão presentes no cotidiano dos participantes e que seus conhecimentos relacionados a estes métodos foram adquiridos através de experiências vivenciadas na prática cotidiana. Por fim, evidenciamos que a Matemática empírica e a Matemática formal estão intimamente relacionadas nas práticas dos pedreiros, influenciando esses profissionais na obtenção de conhecimentos essenciais para a sua profissão.

Palavras-chave: Etnomatemática. Matemática Empírica. Matemática Formal. Pedreiros.

ETHNOMATHEMATICS: THE MATHEMATICS PRESENT IN THE WORK OF MASONS

Abstract: This article presents the results of a research whose main objective was to investigate the mathematical methods empirically used by bricklayers, presenting the mathematical results that support them. To achieve the objective, we seek to highlight the empirical mathematics developed by bricklayers; understand how empirical mathematics is developed by them and explore the empirical mathematical knowledge used by bricklayers relating them to mathematical school. The methodological approach used was qualitative and descriptive. Data were collected from semi-structured interviews applied to three bricklayers, professionals in the field of civil construction. In the data analysis, we took as main reference the theoretical assumptions of Ubiratan D'Ambrosio. We emphasize that mathematical methods are present in the participants' daily lives and that their knowledge related to these methods was acquired through experiences in daily practice. Finally, we show that empirical Mathematics and formal Mathematics are closely related in the practices of bricklayers, influencing these professionals in obtaining essential knowledge for their profession.

Keywords: Ethnomathematics. Empirical Mathematics. Formal Mathematics. Bricklayers.

Introdução

Historicamente, a Matemática tem sido vista como uma disciplina de difícil compreensão. Essa disciplina desempenhou um papel importante por ter sido à base do

¹ Pós-Graduando em Ensino de Matemática do Instituto Federal da Paraíba (IFPB). Paraíba, Brasil. E-mail: walteraraujo030692@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9445-1130> - Link do Currículo Lattes <http://lattes.cnpq.br/1065218695857050>

² Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Pernambuco, Brasil. E-mail: daiana.estrela@ufrpe.br - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0049-5483> - Link do Currículo Lattes <http://lattes.cnpq.br/8533267292498956>.

desenvolvimento da sociedade. O conhecimento e o domínio da Matemática possibilitam uma infinidade de coisas, como por exemplo, a construção de canais de irrigação, a adaptação de armas de guerra e, também, as famosas pirâmides do Egito na arquitetura civil (ALVES, 2006).

O uso de conceitos matemáticos na construção civil é recorrente pelos profissionais responsáveis pela construção de plantas, carpinteiros, armadores, pedreiros, mestres de obras, e todos que colaboram para a sua execução. Estes profissionais precisam dominar uma variedade de cálculos matemáticos com precisão, desde a elaboração dos projetos arquitetônicos realizados por profissionais formados na área, até a execução destes que são frequentemente realizados por profissionais analfabetos ou com pouca escolaridade (D'AMBROSIO, 2002).

Esses trabalhadores convivem diariamente com situações em que precisam medir comprimentos, áreas e volumes, além disso, precisam ter conhecimento para converter as unidades de medidas das grandezas, calcular proporções, medidas de ângulos, regra de três, porcentagens, realizar operações numéricas e interpretar seus resultados. Em geral, os profissionais da construção (exceto engenheiros e técnicos) apresentam baixo grau de instrução e costumam fazer esses cálculos “de cabeça”, técnica baseada na experiência por já ter realizado o mesmo procedimento várias vezes (MUDRAK; RISTAU, 2020).

Na execução de suas atividades, pedreiros, eletricitas, marceneiros e encanadores empregam técnicas que estão baseadas em princípios matemáticos. Mas, há indícios de que muitos deles não conseguem explicar os motivos desses métodos funcionarem adequadamente, por que foram adquiridos de forma empírica, sem as devidas análises teóricas (MUDRAK; RISTAU, 2020). Este fato sugere como esses profissionais conseguem construir ângulos retos em paredes, como utilizam a quantidade adequada dos materiais para equilibrar concreto, como escolhem a espessura de um fio, de acordo com a corrente elétrica que irá passar por ele, o modo como conseguem mensurar a quantidade de cerâmica para revestir uma determinada área, a forma de encontrar o volume de uma caixa d'água sem fazer os devidos cálculos.

A Matemática pode ser usada como uma “ferramenta melhoradora” e/ou “comprovadora” da eficácia dos procedimentos utilizados pelos profissionais da construção civil. Nesse sentido, a Matemática será utilizada não só com o objetivo de confirmar a veracidade dos cálculos realizados pelos trabalhadores, mas também para refinar os resultados por eles obtidos (MUDRAK; RISTAU, 2020).

Pesquisas relacionadas à Etnomatemática e a Matemática empírica viabilizaram a elaboração da presente pesquisa, sobretudo, por esclarecer para a sociedade informações

relevantes e inerentes acerca da presença da Matemática no cotidiano dos trabalhos realizados pelos pedreiros, contribuindo, assim, para que a população tenha conhecimento da importância da Etnomatemática como proposta educacional.

A Etnomatemática, sendo uma das tendências da Educação Matemática, valoriza o saber que advém das experiências envolvidas nas práticas diárias, posto que é necessário promover reflexões que relacionam o conhecimento matemático empírico e o rigor da aplicabilidade formal no contexto educacional, pois os alunos precisam perceber que os conhecimentos matemáticos que são aprendidos na escola podem ser contemplados no dia a dia, para facilitar a vida cotidiana. D'Ambrosio (2002, p. 22) enfatiza que o cotidiano está impregnado dos saberes e fazeres próprios da cultura e que “a todo instante, os indivíduos estão comparando, classificando, quantificando, medindo, [...] e, de algum modo, avaliando, usando os instrumentos materiais e intelectuais que são próprios da cultura”. Com esse olhar, podemos dizer que a Matemática é desenvolvida a partir das relações e necessidades dos grupos sociais para a sobrevivência.

Nesse sentido, D'Ambrosio (2002) ressalta que é extremamente relevante aproximar a Etnomatemática ao contexto educacional formal, além da promoção de relações interculturais, há ainda um processo de ensino e aprendizagem mais criativos e plural. Assim, conforme a percepção do autor supracitado, o domínio da Etnomatemática possibilita e oferece maiores possibilidades de explicações, compreensões, entendimento de situações novas e de resolução de problemas. Portanto, investigar a Matemática praticada por determinados grupos sociais permite olhar para a realidade através da Etnomatemática permitindo a análise crítica e a compreensão das situações favorecendo a aquisição de saberes outros para o exercício da cidadania.

Neste contexto, este trabalho apresenta os resultados de uma monografia desenvolvida no curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Campina Grande. O estudo em questão teve como objetivo investigar os métodos matemáticos utilizados empiricamente pelos pedreiros, apresentando os resultados matemáticos que os sustentam. Para alcançar o objetivo, buscamos: evidenciar a Matemática empírica desenvolvida por pedreiros; compreender como a Matemática empírica é desenvolvida por eles e explorar os conhecimentos matemáticos empíricos utilizados pelos pedreiros relacionando-os com a Matemática escolar.

Nos próximos itens deste artigo serão apresentados os conceitos fundamentais que foram discutidos na pesquisa. Em seguida, explicitamos os procedimentos e métodos adotados

para se chegar aos objetivos propostos. Posteriormente, abordamos os principais resultados obtidos a partir dados produzidos. Por fim, expomos as considerações finais.

Matemática empírica: vivências cotidianas

O empirismo trata-se de uma teoria epistemológica, a qual enfatiza que o conhecimento adquirido pelo ser humano é derivado da experiência, de modo que esta estabelece a origem, o valor e os limites do conhecimento. Assim, enfatizamos que o conhecimento empírico não se baseia em teorias ou metodologias científicas (DELEUZE, 2001). Cabe evidenciar, neste contexto, que a doutrina do empirismo surgiu com o intuito de confrontar a doutrina do racionalismo, a qual defende que o conhecimento advém unicamente da razão e da ciência. Desta forma, a grande distinção entre as duas teorias encontra-se baseada nisto, enquanto uma defende o pressuposto de que o saber humano só pode surgir a partir de experiências práticas, a outra defende que para obtenção do conhecimento é imprescindível o estudo da ciência (MEYERS, 2017).

Meyers (2017) defende que, no conhecimento empírico, quanto mais intensa for a experiência vivenciada pelo sujeito, maior será a formação do conhecimento no indivíduo. Nesse sentido, vale fazer uma abordagem à Matemática, que se encontra presente em todos os espaços ocupados pelos sujeitos, a qual estando em evolução constante, contribui significativamente para o desenvolvimento sociocultural nas fases do conhecimento e nas mais distintas culturas, logo na percepção do conhecimento sistemático, é perceptível a interligação da Matemática em todos os âmbitos do conhecimento.

A busca por um consenso acerca da definição concreta do que é a Matemática perdura por muitos anos. Porém, vale salientar que, ao final do século XX, os matemáticos entraram em um consenso e a definiram como sendo uma ciência regular dos padrões. Diante disso, subtende-se que o principal intuito desta disciplina é averiguar os padrões, sejam eles abstratos, reais, visuais, mentais ou imaginários. Ou seja, se trata da busca pela regularidade nos números, na ciência, no espaço e na imaginação (AMARANTE, 2014).

Conforme ressalta Neto (2002, p. 7 e 19), “a Matemática foi criada e vem sendo desenvolvida pelo homem em função de suas necessidades. [...] A cultura é uma forma de adaptação porque é uma forma de atuação sobre o ambiente que foi construído juntamente com ela”. Neste sentido, diferentes métodos adquiridos pela experiência são adotados pelas pessoas para utilização da Matemática, o que se denomina como Matemática empírica.

Para Miranda (2009, p. 1), a Matemática empírica se caracteriza como:

Uma coleção de problemas (exemplos) concretos e práticos associados a atividades práticas como transações comerciais, administração, agricultura, etc... para os quais se apresentam soluções, aproximações e ou cálculos elaborados em termos de valores numéricos específicos.

Nesse sentido, o conhecimento da Matemática advém de uma prescrição de procedimentos metodológicos e de regras, para se chegar a determinados valores numéricos, os quais correspondem a proporções, áreas e, entre outras. Assim, enfatizamos que essas regras são fundamentadas e adquiridas a partir de uma elaboração empírica, uma vez que, são resultantes de experiências, erros, acertos e tentativas. Nesta perspectiva, salientamos que estas regras estabelecidas são consideradas suficientes e necessárias para as práticas diárias, no entanto, não são demonstradas por qualquer argumento.

Uma forma bastante recorrente de fatos matemáticos obtidos pelo empirismo é a indução, no qual as premissas de um argumento dão apoio à conclusão, porém não implicam de fato a conclusão. Assim, finda-se ressaltando que a Matemática empírica é marcada por não haver teoremas ou procedimentos genéricos e por não existirem motivações teóricas (MIRANDA, 2009).

Concepções de Etnomatemática

Numa perspectiva histórica, o nascimento da Etnomatemática apresenta relação com a busca pelo entendimento do saber e do fazer do conhecimento matemático de culturas socialmente periféricas e marginalizadas, por exemplo: os indígenas, colonizados e classes trabalhadoras. Assim, o desenvolvimento da Etnomatemática teve como intuito a preparação do sujeito objetivando uma cidadania crítica, para que pudesse conviver em sociedade e paralelo a isso desenvolverem seus pensamentos lógicos e cognitivos (KNIJNIK et al., 2012).

Segundo Knijnik et al. (2012), na década de 70 a Etnomatemática ganhou reconhecimento em um dos panoramas da educação e do ensino da Matemática, o qual D'Ambrosio, em seus estudos e pesquisas, ao abordar o Cálculo Diferencial mencionou a expressão "Etnomatemática" pela primeira vez. De acordo com D'Ambrosio (2002, p. 15), para formalizar o termo Etnomatemática ele utilizou as seguintes expressões: "raízes, tica, matema e etno, com a finalidade de enfatizar que há várias maneiras, técnicas, habilidades (ticas) de explicar, de entender, de lidar e de conviver com (matema) distintos contextos naturais e sócio-econômicos da realidade (etnos)".

A Etnomatemática apresenta uma tendência a valorização das distintas formas de aprendizagem, e valoriza as diferenças, de modo que, reconhece e aceita todas as formas de produção do conhecimento matemático, ou seja, os modelos matemáticos, sendo eles válidos, eficazes e relacionados com a sociedade e a cultura específica de cada povo. Dessa forma, a Etnomatemática pode ser caracterizada por ser uma nova linha de ensino, e de acordo com D'Ambrosio (1997), “um novo programa de ensino”.

As origens ou princípios do programa da Etnomatemática são baseados em diferentes origens culturais, e visam compreender o comportamento e o conhecimento matemático, ou seja, entender qual é o conhecimento matemático nacional do grupo, estudando as técnicas, artes de sua prática ou seu desenvolvimento, a partir de dinâmicas de expansão pelo contato mútuo de culturas. Logo, os conjuntos resultantes de práticas e evoluções de conhecimento são, portanto, capazes de aproximar a teoria cognitiva (D'AMBROSIO, 1997).

A Matemática pode ser entendida como um meio cultural, de modo que cada grupo é capaz de produzir sua Matemática singular, de acordo com as suas necessidades. Neste contexto, “o programa Etnomatemática resgata a Matemática existente nas diferentes formas de expressão cultural presentes no cotidiano” (FERREIRA, 1994, p. 92). Concomitante a isto, Alves (2006) traz uma abordagem importante e inerente ao assunto, mencionando que a Etnomatemática não se restringe apenas a números no seu sentido literal, de modo que abrange um campo extenso e cultural, uma vez que seu desenvolvimento acontece com diversas culturas e diversos povos.

Bishop (1988) enfatiza a existência de três âmbitos importantes na Etnomatemática: o sentido antropológico, o qual aborda o conhecimento matemático em culturas mais tradicionais, o sentido histórico que analisa estudos em documentos mais velhos, e o sentido sócio-psicológico o qual estuda a Matemática nos mais variados grupos sociais, estando ligado às práticas de ordem profissional.

Nesse sentido, conforme apresenta Gerdes (2007, p.11), “a Etnomatemática mostra que ideias matemáticas existem em todas as culturas humanas, nas experiências de todos os povos, de todos os grupos sociais e culturais, tanto de homens como de mulheres”. Assim, percebemos o quanto a Etnomatemática é importante, pois mostra que a aprendizagem da Matemática não se restringe apenas a métodos formais, e que estes conhecimentos podem ser adquiridos com as experiências.

Vale enfatizar que a Etnomatemática apresenta seu uso relacionado à resolução de problemas, ou seja, pensar dentro do conjunto de valores, crenças e conhecimentos que lhes

dão sentido, portanto, não há nenhuma questão disciplinar na abordagem dessas questões. Posto que, nem sempre se faz necessário frequentar a escola para se desenvolver ou obter conhecimentos matemáticos mais refinados, uma vez que este pode ser desenvolvido na prática, por intermédio da experiência, pois em várias situações do dia a dia percebemos as mais diversas situações que envolvem habilidades matemáticas.

No cotidiano, as pessoas utilizam como ferramentas de aprendizagem o ambiente doméstico, o trabalho ou até mesmo as brincadeiras, quando criança, e essas se tornam experiências ao longo da vida. Neste panorama, evidenciamos que essa edificação da concepção Etnomatemática é importante por estar estritamente ligada à tradição, cultura e a sociedade. Dessa forma, o objetivo da Etnomatemática é perpassar sua inserção em manifestações culturais distintas, bem como suas amplas formas de obtenção de aprendizagem.

Dessa forma, é imprescindível mencionar que diferentes profissionais, ao longo de suas respectivas carreiras, precisaram desenvolver conhecimentos e raciocínios matemáticos associados às suas profissões. A profissão de pedreiro, por exemplo, se apresenta como sendo umas das mais antigas na história, e estes profissionais são responsáveis por desenvolverem construções a partir de projetos que são criados e planejados pelos arquitetos, que muitas vezes, estão sob orientação de mestres de obra ou de engenheiros (MUDRAK; RISTAU, 2020).

No que tange a sua profissão, os pedreiros além de precisarem desempenhar suas funções básicas nas obras, precisam, ainda, dominar conhecimentos relacionados à construção, como por exemplo: realizar a leitura e interpretação de uma planta, executar medições e marcações na construção, além disso, é necessário que eles detenham os conhecimentos relacionados aos tipos de materiais, bem como seus equipamentos de trabalho (MUDRAK; RISTAU, 2020).

No setor da construção civil, é notório que os conhecimentos matemáticos são essenciais para a execução das atividades dos profissionais. No caso dos pedreiros não é diferente, pois o uso do conhecimento matemático empírico é essencial, no cotidiano, para o desenvolvimento com excelência de suas atividades.

Neste contexto, percebemos o quanto a Matemática empírica se faz presente na vida desses profissionais, uma vez que muitos deles não tiveram a oportunidade de concluir o Ensino Fundamental, mas, ainda assim, conseguem obter um raciocínio matemático eficiente, isto porque, conseguiram obter esses conhecimentos a partir dos longos anos de experiências e vivências diárias, fazendo uso do conhecimento matemático, mesmo que de maneira informal (MUDRAK; RISTAU, 2020). Assim, além da Matemática empírica, faz-se necessário entender

também o contexto da Matemática Formal, entendendo as principais diferenças, o processo de ensino e aprendizagem, como também, as distinções entre a Matemática Empírica e Matemática Formal.

Da Matemática empírica para a formal

A ação de educar sempre esteve presente na história. Desde os primórdios da humanidade havia o repasse de conhecimentos com o intuito de preparar o ser humano. O ato de educar se excedeu do âmbito familiar, e chegou até a escola. Todavia, é importante evidenciar que, a escola é responsável por propagar e difundir parte do conhecimento, e esse processo intermediário é denominado educação. No entanto, as experiências propiciam aos indivíduos aprendizagens relevantes.

Quando nos remetemos ao papel que a escola exerce na sociedade, devemos lembrar a quem essa instituição serve, o que ela desempenha, quando e de que maneira o faz. Dessa forma, é necessário lembrarmos que o fazer da escola era totalmente pautado apenas na aprendizagem do básico: leitura e escrita. Vemos então, que a única necessidade, de fato exigida, era “transmitir” o conhecimento lógico.

Assim, a educação oferecida em instituições educacionais, com currículo prescrito e documentação regulamentadora é conhecida como educação formal. Conforme aponta Gaspar (2002, p. 171):

A educação com reconhecimento oficial, oferecida nas escolas em cursos com níveis, graus, programas, currículos e diplomas, costuma ser chamada de educação formal. É uma instituição muito antiga, cuja origem está ligada ao desenvolvimento de nossa civilização e ao acervo de conhecimentos por ela gerados.

Como mencionado acima, a educação formal lida com o que é considerado importante para a sociedade como um todo, eles são selecionados e colocados em um plano, com objetivos de ensino e métodos de avaliação. No entanto, mesmo um aluno estudando em uma instituição de ensino formal, ele também é exposto à educação informal, ou seja, valores, tradições, costumes e cultura que se aprende em um ambiente social.

Sobre a educação informal, Gaspar (2002, p. 173) afirma:

Na educação informal, não há lugar, horários ou currículos. Os conhecimentos são partilhados em meio a uma interação sociocultural que tem, como única condição necessária e suficiente, existir quem saiba e quem queira ou precise saber. Nela, ensino e aprendizagem ocorrem espontaneamente, sem que, na

maioria das vezes, os próprios Sujeitos do processo tenham consciência.

O ensino da Matemática não ocorre de forma dissemelhante, tendo em vista que há outros meios e formas distintas de se perpassar o ensino da Matemática, havendo relações entre o que é compreendido na escola e outras práticas sociais, ressaltando a Matemática do dia a dia e o conhecimento matemático acadêmico (DAVID; MOREIRA; TOMAZ, 2013).

Nesta perspectiva, a Matemática escolar é reconhecida como aquela que é perceptível em instituições de ensino formais, onde há um conjunto de metodologias e práticas pedagógicas adotadas para o repasse das informações sobre a disciplina, havendo assim, um procedimento metodológico para se chegar a um determinado resultado (DAVID; MOREIRA; TOMAZ, 2013).

Já a Matemática do cotidiano acontece de forma distinta, tendo em vista que se caracteriza por ser desenvolvida a partir de atividades do dia a dia, que não seguem um procedimento metodológico para alcançar determinado resultado. Um exemplo dessa relação são as pessoas, que apesar de serem iletradas, conseguiram desenvolver um raciocínio lógico eficiente, apresentando habilidades em medições, agrupamentos e resolução de problemáticas.

Diante disso, é válido ressaltar que, apesar dos métodos de ensino ocorrerem de forma distinta, ambas estão correlacionadas, considerando que, quando o indivíduo adentra o ambiente escolar formal, já carrega o conhecimento empírico, aquele que advém da vivência, da experiência e de suas relações sociais.

No contexto da Matemática empírica, podemos ressaltar os profissionais que atuam no âmbito da construção civil, em especial os pedreiros e serventes, que geralmente, são pessoas que não apresentam formação acadêmica, sendo, muitas vezes até analfabetos, mas as suas respectivas profissões exigem conhecimentos matemáticos refinados, sendo estes conhecimentos desenvolvidos com a educação informal, ou seja, com a prática.

Nesta perspectiva, Bail (2002, p. 81) afirma que:

O desafio de trabalhar em profissões como pedreiro, serralheiro, eletricista, em que a qualificação na maioria das vezes é realizada na informalidade, ou seja, o aprendiz acompanha o mestre, constitui uma precariedade do seu vínculo com o emprego, e o que contribui também para isso é a baixa escolaridade.

Neste sentido, quando a autora menciona que a qualificação destes profissionais, na maioria das vezes, não acontece de maneira formal, muitas vezes estes são submetidos a situações de trabalhos precárias, no qual a carga horária é excessiva, não há uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) e não são bem remunerados, até porque muitos

empregadores associam as formações acadêmicas a uma boa remuneração. Além disso, as pessoas que possuem baixa escolaridade enxergam às atividades relacionadas à construção civil como uma oportunidade de entrar no mercado de trabalho, por não haver a necessidade de qualificações acadêmicas, podendo aprender quase tudo na prática.

Desenho metodológico

Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa de abordagem qualitativa do tipo descritiva, cujo objetivo foi investigar os métodos matemáticos utilizados empiricamente pelos pedreiros, apresentando os resultados matemáticos que os sustentam. A abordagem qualitativa tem o intuito de efetuar um estudo detalhado sobre o objeto de pesquisa, levando em consideração o contexto de inserção, bem como as características desse objeto.

Segundo Goldenberg (2004, p. 53) “os dados qualitativos consistem em descrições detalhadas de situações com o objetivo de compreender os indivíduos em seus próprios termos”. Este tipo de pesquisa apresenta uma aproximação significativa com a temática do presente trabalho, uma vez que procuramos entender o contexto em que os participantes estão inseridos e, dessa forma, compreender como eles desenvolveram seus métodos empíricos de Matemática, e como esses métodos os auxiliam para desenvolverem o seu trabalho.

Os participantes da pesquisa foram três pedreiros que apresentam faixa etária entre 53 e 73 anos, todos do sexo masculino. O participante 1 tem o Ensino Médio Completo e atua na profissão há 50 anos, o participante 2 nunca estudou e trabalha como pedreiro há 54 anos, e o participante 3 concluiu apenas a 5ª série do Ensino Fundamental e tem 30 anos de atuação na profissão de pedreiro. Os critérios de inclusão escolhidos para selecionar esses participantes foram: ser profissionais da área da construção civil (pedreiros) e atuarem a mais de 20 (vinte) anos neste âmbito. Excluímos então, profissionais que não atuassem na área da construção civil.

Para a produção das informações, utilizamos como procedimento de coleta de dados a entrevista semiestruturada, sendo esta entendida como uma ferramenta flexível que pode se modificar conforme desenvolvimento, uma vez que, além das questões que já estão preestabelecidas, podem ser adicionadas outras, caso o pesquisador sinta a necessidade. A organização do roteiro utilizado na entrevista precedeu de duas formas. Inicialmente, buscamos informações como nome, idade, sexo e grau de escolaridade para caracterização do grupo pesquisado. Posteriormente, dando continuidade a entrevista coletamos dados referentes às informações relacionadas a profissão questionando os participantes acerca do tempo que atuam

como pedreiros no âmbito da construção civil entre outros aspectos previamente elaborados no roteiro.

As entrevistas foram realizadas pessoalmente, de acordo com a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde que rege sobre a ética da pesquisa envolvendo seres humanos direta ou indiretamente, assegurando a garantia de que a privacidade do sujeito da pesquisa será preservada. Os participantes aceitaram participar da pesquisa e foram avisados acerca dos benefícios e riscos. Cada entrevista foi marcada e realizada individualmente, gravada em áudio e transcrita na íntegra. Os dados foram analisados mediante o método qualitativo de forma detalhada, com orientações teóricas à luz da Etnomatemática, descrita principalmente, pelos autores D'Ambrosio (1997, 2002 e 2007), e Knijnik *et al.* (2012), de modo a entender as contribuições advindas sob a perspectiva da Etnomatemática e da Matemática empírica.

Resultados e discussão

A Matemática presente na profissão de pedreiro, eletricista e encanador é compreendida por intermédio do desempenho das tarefas cotidianas. Desta forma, incluindo as noções de resolução de problemas necessárias para desenvolver habilidades na construção de comportamentos, não há necessidade de se preocupar em elaborar conceitos formais da Matemática escolar ou usar fórmulas.

Esses profissionais usam a Matemática para medir comprimentos, áreas, ângulos, calcular o custo dos materiais que serão utilizados e muito mais. Um resultado mostrado no estudo de Schwantes *et al.* (2019) evidenciou que, mesmo um conhecimento profundo das técnicas matemáticas utilizadas na execução do trabalho, eles reconheciam a relevância da Matemática dentro do seu contexto profissional. Logo, quando os participantes foram questionados sobre o uso da Matemática no seu cotidiano, os profissionais ressaltaram que a sua importância é fundamental tal como podemos verificar pelos excertos abaixo:

Utilizo sim, eu trabalho com cálculos de concreto armado e sempre tenho que está atualizado com esses cálculos (P1).

Utilizo e muito, a pessoa que é pedreiro tem que multiplicar, diminuir, medir as coisas, se não usar não serve de nada (P2).

A maior parte tem que ter a matemática, porque tudo tem que ser medido, tem que multiplicar, somar e diminuir (P3).

Ao serem questionados sobre como iniciaram suas respectivas profissões, notamos que nenhum dos participantes foi por meio da formação acadêmica, haja vista que esses foram

influenciados por algum familiar e mediante disso, foram aprendendo, conforme mencionaram abaixo:

Meu pai era construtor e desde pequeno eu ia nas construções com ele, e aos poucos fui aprendendo a profissão (P1).

Iniciei de cara, meu pai era pedreiro também, aí eu fui trabalhando junto com ele, de ajudante, e com o tempo fui aprendendo a profissão (P2).

Iniciei como ajudante com meu tio e assim fui aprendendo (P3).

Os participantes foram indagados sobre como aprenderam a profissão, ficando subentendido que ambos aprenderam por meio do conhecimento empírico, um conhecimento que não advém da educação formal oferecida nas instituições de ensino, quanto a isso, eles afirmaram o seguinte:

Aprendi observando meu pai fazendo os serviços, e assim me profissionalizei (P1).

Eu aprendi com uma pessoa me ensinando, fui aprendendo, pegando prática para algumas coisas que aparecia, serviços que nunca ouvi falar. Pois, a profissão de pedreiro a pessoa nunca aprende, pois sempre aparece novidade, com a experiência vai aprendendo mais coisas ainda (P2).

Fui vendo meu tio fazendo e assim tentando fazer, começando a sentar tijolo e rebocar paredes e depois comecei a colocar cerâmica e fazer ferragens, já foi dentro da construção, eu vi os mais experientes fazer e assim fui tentando fazer também (P3).

Estas falas vão ao encontro da perspectiva descrita no estudo de D'Ambrosio (2007), o qual afirma que os indivíduos utilizam instrumentos e ferramentas intelectuais de sua própria cultura, seja do trabalho, dos amigos, e da família para obter novos conhecimentos. Assim, ressaltamos também a fala de Gaspar (2002) que enfatiza que a educação informal não apresenta intuito educacional, mas ainda assim, acontece a aprendizagem espontaneamente, necessitando apenas de duas pessoas, uma disposta a ensinar e outra que se dispunha a aprender.

No que tange a aprendizagem de novos métodos e serviços para aprimoramento da profissão, os participantes foram questionados sobre como eles adquirem os novos conhecimentos para colocarem em prática, e afirmaram que:

Eu sempre procuro estudar sobre a construção civil para ficar por dentro do assunto (P1).

Só aprende se for fazer, tento fazer e vejo se dar certo (P2).

Ai já é devido a experiência que temos, vamos olhando, vamos fazendo e sempre está aprendendo, mas tudo que sai de novo na construção, vamos vendo e tentando fazer, vamos vendo que já parece com o que já fazemos e

vai só adaptando para o serviço novo (P3).

As falas dos participantes ressaltam o que a literatura enfatiza, que a maioria dos profissionais da construção civil faz uso de conhecimento empírico, aprendem tentando, errando, recomeçando, a partir de experiências e vivências em seu mundo de trabalho, conforme aponta Alves (2006).

No que concerne aos erros, os participantes foram indagados sobre como lidam com possíveis erros dentro do ambiente de trabalho. Dessa forma, eles responderam da seguinte maneira:

Procuo consertar e aliviar a situação, usando esse erro de aprendizado para os próximos serviços e não cometer mais o mesmo erro (P1).

Tento consertar o erro, para outra vez eu já não fazer errado de novo (P2).

Aí tem que às vezes desmanchar o que faz para consertar, usando esse erro de experiência para de outras vezes não errar, mas toda profissão às vezes dar um vacilo, que erra em pequenas coisas que dá para consertar (P3).

Com estas respostas, podemos afirmar que ambos os profissionais observam no erro uma oportunidade para aprender coisas novas e, assim, procurar não cometer a mesma coisa em serviços futuros. Essa argumentação é ressaltada por Santos & Araújo (2020, p.15) e diz que,

Em geral, a matemática presente na profissão do pedreiro é aprendida na execução das tarefas da profissão. Consiste na habilidade adquirida com a resolução de problemas necessários à prática diária das tarefas relacionadas ao ato de construir, sem a preocupação em elaborar conceitos formais da matemática escolar nem a utilização de fórmulas prontas.

Os participantes foram questionados com relação aos métodos matemáticos que utilizam no seu cotidiano para desempenharem suas funções, e dessa forma, foi possível obtermos uma noção de como a Matemática empírica pode estar presente no dia a dia dos pedreiros, e se relacionando com a Matemática formal, que é ensinada na escola. Diante da riqueza de métodos que envolvem a Matemática, que podem ser observados na profissão de pedreiro, discutiremos três deles com maior rigor de detalhes: traço de massa, quantidade de tijolos e nivelamento de terreno.

Traço de massa

Um conceito matemático muito comum no trabalho dos pedreiros é “Proporção e razão”.

Esse conhecimento está implícito no preparo da massa, o qual, muitas vezes, é referido como "traço de massa" pelo pedreiro. Ao questionarmos sobre quais os métodos utilizados por eles para fazer o traço de massa na obra, ficou perceptível, a partir de suas respostas, que ambos fazem uso do princípio de proporcionalidade.

Se for para piso, eu faço um traço de 4 por 1. Para assentar os tijolos é 6 por 1 e para acabamento, também 6 por 1. Se for concreto é 3 por 1 mais 2 de brita. A quantidade maior é de massame e a menor de cimento (P1).

Quando eu vou fazer o traço para piso faço 4 por 1, mas se for para concreto já é diferente porque eu faço 3 por 1, quando vou assentar tijolos eu faço 6 por 1 (P2).

Quando eu vou fazer traço para concreto sempre faço 3 por 1, mas se for de tijolo tem que ser 6 por 1, já quando vou fazer traço para piso é sempre 4 por 1, e assim vai (P3).

Matematicamente, esses profissionais estão utilizando o raciocínio formal de proporcionalidade. De acordo com Faria (2016), o raciocínio proporcional está preocupado com o desenvolvimento e aprimoramento de formas de raciocínio, a identificação de situações proporcionais e não proporcionais, as habilidades lógicas e necessárias para o raciocínio matemático.

A capacidade de raciocinar proporcionalmente é importante para os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental, mas também pode ser adquirido através da Matemática Empírica, por meio das experiências. Este raciocínio é muito utilizado na área da construção civil, sendo utilizado o princípio de proporção da seguinte forma: a proporção para piso é de $4/5$ de massame + $1/5$ de cimento = $5/5$ massa, tendo em vista que há a necessidade de uma massa mais resistente para o piso. A proporção para assentar tijolos, e também para acabamento, é a mesma de $6/7$ de massame + $1/7$ de cimento = $7/7$ da massa, se tornando a massa ideal, com propriedades mecânicas que atendam bem as necessidades para fazer esse serviço.

O conceito de proporcionalidade é um Parâmetro Curricular Nacional obrigatório para a terceira e quarta série do Ensino Fundamental, apresentando com o intuito a ser alcançado:

Do raciocínio que envolva a proporcionalidade, por meio da exploração de situações de aprendizagem que levem o aluno a: observar a variação entre grandezas, estabelecendo relações entre elas e construir estratégias de soluções para resolver situações que envolvam proporcionalidade (BRASIL, 1998, p. 82).

Esse conceito é utilizado por profissionais de todas as esferas da sociedade, alguns não possuem conhecimento formal na elaboração de orçamentos de obras, como pedreiros, e outros

possuem amplo conhecimento teórico no caso de engenheiros ou até mesmo médicos. Por essas e outras razões, consideramos importante ensiná-los e demonstrar que a proporcionalidade é um conhecimento útil e prático. Como a maioria dos profissionais que atuam em obras apresentam baixa escolaridade, como é o caso do participante 2 e 3, ambos aprenderam este conceito de proporcionalidade por meio da prática, da experiência e da vivência. É neste sentido que se fundamenta a importância da Etnomatemática para estes profissionais, pois é levado em consideração a valorização do saber outro.

Quantidade de tijolos

Dando continuidade a entrevista, questionamos os participantes acerca da definição da quantidade de tijolos que são necessários para se construir uma determinada obra. Quando questionados sobre como eles faziam para se obter uma noção de quantos tijolos que são necessários para construir determinada obra, os participantes responderam o seguinte:

Quando a gente mede o quadrado, tem que multiplicar 5 por 5, aí cada metro vai dar a quantidade de 25 tijolos (P1).

Geralmente medimos o quadrado, o tijolo 20 cm por 20 cm, multiplica 5 vezes 5, aí dá um metro, cada metro dá 25 tijolos. Por exemplo, se subir numa parede de 3 metros de altura por 5 metros de comprimento, fazendo as contas, vai dar mais ou menos 375 tijolos (P2).

Como o tijolo tem 20 por 20, aí você faz a conta de multiplicação para saber quantos tijolos vai ser preciso para aquela construção, cada metro dá 25 tijolos, então se você vai construir 2 metros de altura e 3 de comprimento é só multiplicar, 2 por 3, e o resultado multiplica por 25 (P3).

O conhecimento utilizado por esse profissional está relacionado à área de figuras planas e as operações aritméticas. Cada tijolo possui face quadrada de lado 20 cm, logo para a largura de 1 metro serão necessários 5 tijolos e para 1 metro de altura também serão necessários 5 tijolos, sendo que 1 m^2 é 1 metro de largura por 1 metro de altura, ou seja, concluímos que serão necessários 25 tijolos para construir 1 m^2 de parede.

O conceito de área é apresentado nos documentos curriculares para que possa ser iniciado a partir do 6º ano Ensino Fundamental, e continua a sistematizar toda a etapa de escolarização, ganhando maior complexidade ao trabalhar de maneiras diferentes. Por exemplo, comparar a área de superfícies com ou sem fórmulas para entender que diferentes figuras planas apresentam a mesma área, ter a compreensão que área e número, e área e superfície são objetos matemáticos diferentes (BRASIL, 2017).

Apesar do conceito de área ser passado através da educação formal, ela também pode

ser aprendida por meio do conhecimento empírico, como é o caso desses profissionais, que afirmaram que aprenderam estes conceitos por meio de sua experiência em longos anos de trabalho.

Nivelamento de terreno

Os participantes foram questionados ainda com relação aos métodos matemáticos utilizados para fazer o nivelamento do terreno que é uma etapa crucial para qualquer obra. Indagados sobre os métodos utilizados para fazer este procedimento, os participantes argumentaram:

Quando vou marcar o terreno coloco as 4 estacas em cada ponta do terreno, quando pego a mangueira já coloco água dentro, quando fica faltando 10 cm para completar, eu marco o ponto de nivelar o terreno, depois disso é só comparar nas estacas que colocou (P1).

A gente sempre faz o nivelamento do terreno com a mangueira porque é o mais rápido e que pode confiar, quando for nivelar é só colocar 4 estacas nas extremidades de onde quer nivelar, depois é só encher uma mangueira e quando a água para de se mexer, eu marco o ponto do nível do terreno (P2).

Temos que colocar 4 estacas nas extremidades do terreno, aí pegamos a mangueira transparente enchemos de água até faltar mais ou menos 10 cm de cada lado, aí marcamos o ponto que queremos deixar o nível do terreno e com isso comparamos com cada uma das estacas de madeira (P3).

O conhecimento empírico utilizado pelos pedreiros no processo de nivelamento do terreno consiste em demarcar pontos coplanares ao eixo horizontal partindo de um ponto inicialmente posicionado em uma estaca (ponto A), e cria-se um plano com base nos princípios dos vasos comunicantes. Após o nivelamento do terreno o pedreiro necessita fazer a demarcação da área a ser construída. É nessa etapa que o pedreiro faz as demarcações da alvenaria que será estruturada e, posteriormente, as paredes.

Neste caso, os pedreiros recorrem ao conhecimento matemático sobre o Teorema de Pitágoras, o qual é amplamente divulgado e atribuído ao matemático grego Pitágoras. Este Teorema é a relação entre as medidas dos lados de qualquer triângulo retângulo. O ensino deste Teorema deve acontecer a partir da 8^o série, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017).

Para fazer o nivelamento o pedreiro faz uso de uma mangueira transparente cheia de água: a “mangueira de nível” faltando 10 cm para transbordar. Primeiramente, fincam-se as estacas de madeira em pontos extremos do terreno, usando um prumo para deixar as estacas

perpendiculares ao chão (formando ângulos de noventa graus entre estaca e terreno) e com um lápis marca-se o ponto que será referência para os demais.

Em uma das estacas se faz a primeira marcação, posicionando o nível da mangueira no mesmo local que será utilizada como ponto de referência e, com cuidado, se posiciona a segunda extremidade da mangueira em outra estaca. No momento em que a água para de se mover, quer dizer que o ponto da marca da água na outra estaca está no nível. E, assim, se repete o procedimento em todas as outras estacas.

Na Matemática formal os procedimentos usados pelos pedreiros para nivelar o terreno, consiste em demarcar pontos coplanares ao eixo horizontal partindo de um ponto inicialmente posicionado em uma estaca (ponto A). A partir dos resultados obtidos, percebemos o quanto o uso da Matemática empírica é relevante no cotidiano dos pedreiros, e o quanto a experiência foi relevante no que tange a aquisição desses conhecimentos, que são demasiadamente utilizados nos seus respectivos ambientes de trabalho e lhe proporcionam bons resultados.

Considerações finais

Ao final da pesquisa, notamos que os objetivos pretendidos foram alcançados, desde a escolha do tema a aplicação da entrevista semiestruturada, buscando investigar os métodos empíricos utilizados pelos pedreiros, e apresentando os resultados matemáticos que os sustentam. Bem como, discutir esses resultados obtidos a partir das informações por eles apresentadas na entrevista, no qual resultou no estudo da compreensão de como a Matemática empírica é desenvolvida pelos pedreiros, muitas vezes implicitamente. Apresentamos também, uma sequência de conhecimentos matemáticos empíricos utilizados pelos pedreiros correlacionando-os com a Matemática escolar.

Desta forma, evidenciamos que os conhecimentos matemáticos dos pedreiros foram adquiridos de métodos matemáticos desenvolvidos mediante longos anos de experiência na profissão, por erros, acertos e recomeços, evidenciando assim que, o conhecimento empírico e a Etnomatemática são cruciais, uma vez que possibilitam a aprendizagem ampla de conhecimentos matemáticos.

Estes resultados corroboram para a comprovação de que nem sempre a aprendizagem se limita e se restringe ao contexto do ambiente de sala de aula, evidenciando que a prática, o convívio e as vivências abrem um leque de oportunidades para a obtenção de conhecimentos. Apesar de não haver a percepção no momento que estamos aprendendo, a aprendizagem está

acontecendo empiricamente, ou seja, de uma maneira informal.

Diante dos conceitos matemáticos que são utilizados pelos pedreiros, podemos dizer que os métodos empíricos que os profissionais adotam nas obras, apesar de utilizarem técnicas distintas da matemática formal de resolução, estão corretos e seus resultados são condizentes com os métodos formais.

Explorando os conhecimentos matemáticos empíricos ficou perceptível a sua relação com os conteúdos estudados na escola, entre eles podemos enfatizar o princípio de proporcionalidade, que é adotado e usado pelos pedreiros quando vão fazer o traço de massa, utilizando as proporções de materiais de forma correta. Outro princípio é o de operações aritméticas e de figuras planas, pois os pedreiros sabem fazer cálculos relacionados à multiplicação, bem como detém de conhecimentos sobre cálculos de áreas.

Assim, diante das considerações anteriores, inferimos dizer que a Etnomatemática e a Matemática Empírica são extremamente importantes para os profissionais da construção civil, uma vez que, por meio delas essas pessoas conseguem obter conhecimentos essenciais a sua profissão, e obter êxito nos resultados.

As ideias do estudo desta pesquisa e os resultados aqui citados, nas análises dos dados e também a apresentação dos principais métodos empíricos utilizados pelos pedreiros para realizarem algumas, entre tantas, atividades desenvolvidas por eles (traço de massa; quantidade de tijolos; nivelamento de terreno), teve o intuito de contribuir para futuras pesquisas que estejam ligadas direta ou indiretamente a linha de pesquisa da Etnomatemática e as vivências matemáticas de grupos sociais tão importantes para o desenvolvimento da sociedade ao qual estamos inseridos

Referências

ALVES, Evanilton Rios. **Atividade de marcenaria e Etnomatemática: possibilidades num contexto de formação de professores. Trabalho de conclusão (mestrado profissional em Ensino de Matemática).** PUC/SP, São Paulo, Brasil, 2006.

AMARANTE, Sandra da Silva. Pedreiros e mestre de obras-matemáticos sem conhecimentos científicos. **Connection Line-revista Eletrônica do Univag**, n. 5, 2014.

BAIL, Viviane Schumache. Educação matemática de jovens e adultos: trabalho e inclusão. Florianópolis: Insular, 2002.

BISHOP, Alan J. Mathematics education in its cultural context. **Educational studies in mathematics**, v. 19, n. 2, p. 179-191, 1988.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Curricular Comum**: versão final. Secretaria da Educação Fundamental. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 1998.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **A era da consciência**. Editora Peirópolis, 1997.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Pesquisa em Etnomatemática**. São Paulo, 2002.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática**: da teoria à prática. Papirus Editora, 2007.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**: elo entre as tradições e a modernidade. 4^a. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

DAVID, Maria Manuela; MOREIRA, Plínio Cavalcanti; TOMAZ, Vanessa Sena. Matemática Escolar, Matemática Acadêmica e Matemática do Cotidiano: uma teia de relações sob investigação. **Acta Scientia e Canoas**, v. 15 n.1 p.42-60 jan./abr. 2013.

DELEUZE, Gilles. **Empirismo e subjetividade**. Editora 34, 2001.

FARIA, Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho. **Raciocínio proporcional**: integrando aritmética, geometria e álgebra com o GeoGebra. 2016. 280 f. 41 Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2016.

FERREIRA, Eduardo. A importância do conhecimento etnomatemático indígena na escola dos não-índios. **Em aberto**, v. 14, n. 62, 1994.

GASPAR, Alberto. A educação formal e a educação informal em ciências. Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: **Casa da Ciência**, p. 171-183, 2002.

GERDES, Paulus. **Etnomatemática**: reflexões sobre Matemática e diversidade cultural. Ribeirão: Edições Húmus, 2007.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. Editora Record, 2004.

KNIJNIK, Gelsa; WANDERER, Fernanda; GIONGO, Ieda Maria; DUARTE, Claudia Glavam. **Etnomatemática em movimento**. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.

MEYERS, Robert G. **Empirismo**. Editora Vozes Limitada, 2017.

MIRANDA, Daniel. **Matemática Empírica**. Universidade Federal do ABC, 2009.

MUDRAK, Helen Tailane; RISTAU, Kemeli Müller. Etnomatemática: uma abordagem de ensino na construção civil. **Anais do Colóquio Luso-Brasileiro de Educação-COLBEDUCA**, v. 4, n. 1. 2020.

NETO, Rosa. **Didática da matemática**. São Paulo: Ática, 2002.

SANTOS, André Martins; ARAUJO, Valdiane Sales. Matemática na construção civil. **Multidebates**, v. 4, n. 4, p. 167-181, 2020.

SCHWANTES, Vilson et al. Uma reflexão sobre a etnomatemática do pedreiro e a matemática escolar. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 04, Ed. 07, Vol. 14, pp. 87-106. julho de 2019. ISSN: 2448- 0959.

Recebido em: 21 de junho de 2022
Aprovado em: 15 de agosto de 2022