Rematec
Revista de Matemática Ensino e Cultura

Sociedade, Cultura e Ensino de Matemática

Editores deste Número
Iran Abreu Mendes
Carlos Aldemir Farias da Silva

Conselho consultivo:
Arlete de Jesus Brito (UNESP - Rio Claro), Arthur Powell (Rutgers University de Newark – USA), Carlos Aldemir Farias da Silva (UFPA), Cláudia Lisete Oliveira Groenwald (ULBRA), Cláudia Regina Flores (UFSC), Claudianny Amorim Noronha (UFRN), Elisabete Zardo Búrigo (UFRGS), Emmánuel Lizcano Fernandez (UNED - Madri), Fredy Enrique González (UPEL, Maracay - Venezuela), Iran Abreu Mendes (UFPA), Isabel Cristina Rodrigues de Lucena (UFPA), John A. Fossa (UFRN), José Manuel Leonardo Matos (Universidade Nova de Lisboa - Portugal), Lênio Fernandes Levy (UFPA), Lucieli Trivizoli (UEM), Luis Carlos Arboleda (Univ. del Valle/Cali - Colombia), Luis Radford (Université Laurentienne - Canadá), Marcelo de Carvalho Borba (UNESP - Rio Claro), Maria Auxiliadora Lisboa Moreno Pires (UCSAL; UEFS), Maria Célia Leme da Silva (UNIFESP), Maria da Conceição Xavier de Almeida (UFRN), Maria Cristina Araujo de Oliveira (UFJF), Pedro Franco de Sá (UEPA), Wagner Rodrigues Valente (UNIFESP).

Editores
Iran Abreu Mendes
Carlos Aldemir Farias da Silva

Projeto gráfico e capa
Stanley de Oliveira Souza

Revista de Matemática, Ensino e Cultura
Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Cultura Matemática e suas Epistemologias na Educação Matemática
Ano 13 | n. 29 | set. - dez. 2018
ISSN 1980-3141

Endereço para envio de artigos, resenhas, sugestões e críticas: contato@rematec.net.br e revistarematec@gmail.com

---

Índice

Editorial
Iran Abreu Mendes
Carlos Aldemir Farias da Silva

Artigos
Conectando a Etnomatemática e a Pedagogia Culturalmente Relevante na Educação Matemática para a Promoção da Justiça Social, 6
Milton Rosa
Daniel Clark Orey

O problema didático concreto do diálogo entre tempo escola e tempo comunidade na Educação do Campo, 24
Renata Lourinho da Silva
Renato Borges Guerra

Etnomatemática no Garimpo: contribuições para o ensino de Matemática na perspectiva da Resolução de Problemas, 35
Freudson Dantas de Lima
Francisco de Assis Bandeira

Exercícios do olhar com números e arte, 50
Cristina Vaz

Da informalidade do saber matemático cultural ao saber formal escolar: elementos de uma cognição matemática, 62
Paula Ledoux e Tadeu Oliver Gonçalves

Melhorando a Epistemologia de Números Fracionários: uma Ontologia baseada na História e Neurociência 78
Arthur B. Powell

Matemática e cultura: a simetria e o pensamento algébrico, 94
Maria José Costa dos Santos

Livro didático, artefatos socioculturais e ensino de simetria no Ensino Fundamental, 107
Jeová Pereira Martins

Etnomatemática: cultura e cognição matemática, 120
Lucélida de Fátima Maia da Costa
Isabel Cristina Rodrigues de Lucena

Modelos matemáticos em práticas de produtores de leite bovino, 135
Lucas Silva Pires

Relações étnico raciais e etnomatemática nas teses e dissertações brasileiras (2008-2018): desafios da história e cultura negra como prática escolar, 148
Élida de Sousa Peres
Erasmo Borges de Souza Filho

Editorial

Atualmente o estudos e pesquisas sobre Matemática é suas relações socioculturais têm se desdobrado em diversos seguimentos na produção de conhecimento em Educação Matemática que contribuem para a valorização dos pensamentos, das práticas e das linguagens relacionadas à sociedade, à sociocognição e à cultura, com implicações no ensino e na aprendizagem. É neste sentido que este ultimo número de 2018 da Revista de Matemática, Ensino e Cultura, com o tema **Sociedade, Cultura e Ensino de Matemática**, apresenta aos leitores que pesquisam nesta área de estudos, os nove artigos que compõem esse número temático da revista, com o objetivo de novamente contribuir para a formação em Educação Matemática.

No primeiro artigo, intitulado *Conectando a Etnomatemática e a Pedagogia Culturalmente Relevante na Educação Matemática para a Promoção da Justiça Social*, seus autores, Milton Rosa e Daniel Clark Orey argumentam sobre a necessidade de se examinar a incorporação da influência da cultura no desenvolvimento da matemática e, ao mesmo tempo, alicerçá-la nas abordagens da etnomatemática e da pedagogia culturalmente relevante que, podem assumir, nos currículos matemáticos, as diversas formas linguísticas e culturais de produção do conhecimento

No segundo artigo, intitulado *O problema didático concreto do diálogo entre tempo escola e tempo comunidade na Educação do Campo*, Renata Lourinho da Silva e Renato Borges Guerra tomam o método da engenharia didática reversa para compreender o diálogo entre tempo escola e tempo comunidade na educação do campo, tomando como base a Teoria Antropológica do Didático, especificamente, sobre a noção de Atividade de Estudo e Investigação que se mostra adequada para a construção de percursos de formação de professores.

O terceiro artigo, *Etnomatemática no Garimpo: contribuições para o ensino de Matemática na perspectiva da Resolução de Problemas*, elaborado por Freudson Dantas de Lima e Francisco de Assis Bandeira, tem por objetivo apresentar as contribuições pedagógicas de uma pesquisa de Mestrado que foi desenvolvida em dois garimpos localizados na zona rural do município de Parelhas, no Estado do Rio Grande do Norte - RN, para o ensino e aprendizagem de Matemática na Educação Básica.

No quarto artigo, *Exercícios do olhar com números e arte*, sua autora Cristina Vaz apresenta informações sobre parte de suas reflexões a partir de um tema de pesquisa em desenvolvimento que focaliza relações entre arte e Matemátrica. Neste artigo a autora faz um convite ao exercício do olhar através de algumas conexões entre os Números e a Arte. Olhar entendido como exercício do pensar para facilitar a compreensão de conceitos ou processos, para exercitar a percepção e estabelecer relações, intersecções e conexões entre a Matemática e a Arte.

O quinto artigo, apresentado por Paula Ledoux e Tadeu Oliver Gonçalves, intitulado *Da informalidade do saber matemático cultural ao saber formal escolar: elementos de uma cognição matemática*, tem como objetivo fazer reflexões acerca do saber matemático da informalidade cultural, como elemento de uma cognição matemática, a partir de uma pesquisa de campo que pretendeu conhecer modos de se produzir saberes matemáticos, que são praticados por indivíduos em suas atividades profissionais, como os fazedores de barcos e de currais de pesca da Microrregião do Salgado, no litoral do Pará.

O sexto artigo, intitulado *Melhorando a Epistemologia de Números Fracionários: uma Ontologia baseada na História e Neurociência*, seu autor Arthur B. Powell, descreve a importância acadêmica e social do conhecimento de fração e questionamos como ele pode tornar-se mais acessível para alunos. Para responder a essa questão, o autor examina brevemente perspectivas ontológicas e epistemológicas do tratamento dominante dos números fracionários

nos livros escolares e em seguida examina uma perspectiva ontológica alternativa para o conhecimento de fração na literatura sobre a História da Matemática e a Ciência Neurocognitiva, para sugerir uma alternativa às noções prevalecentes de números fracionários que prometem melhorar a compreensão dos estudantes para a representação fracionária de números racionais.

No sétimo artigo, intitulado *Matemática e cultura: a simetria e o pensamento algébrico*, a autora, Maria José Costa dos Santos apresenta uma prática cultural e sua relação com o conteúdo de simetria, visando a ampliação das possibilidades cognitivas para o desenvolvimento do pensamento algébrico. Seu objetivo é mostrar os enlaces entre esses saberes para o ensino mais efetivo e uma aprendizagem mais significativa, olhando para padrões e simetrias encontrados numa prática sociocultural.

O oitavo artigo, denominado *Livro didático, artefatos socioculturais e ensino de simetria no Ensino Fundamental*, de autoria de Jeová Pereira Martins tem como objetivo estabelecer relações conceituais e didáticas entre artefatos socioculturais, livros didáticos e os casos de simetria dos anos finais do ensino fundamental que poderão subsidiar a pratica pedagógica do professor de matemática desse nível de ensino.

No nono artigo, *Etnomatemática: cultura e cognição matemática*, Lucélida de Fátima Maia da Costa e Isabel Cristina Rodrigues de Lucena, as autoras discutem a aprendizagem como um processo complexo, individual e coletivo, influenciado pelo contexto onde se efetiva, tomando as pesquisas realizadas em contextos culturais distintos, desenvolvidas no período de 2009 a 2018 para verificar como a aprendizagem de construção e confecção de objetos decorre de um movimento não linear e integrador entre diversos processos cognitivos como a percepção, a atenção, a memória e linguagem, todos, dispostos a responder a estímulos subjacentes a campos e domínios sociais, religiosos, afetivos, enfim, resolver problemas no contexto no qual os indivíduos estão inseridos.

No décimo artigo, intitulado *Modelos matemáticos em práticas de produtores de leite bovino*, seu autor, Lucas Silva Pires toma narrativas sobre essas práticas profissionais do campo como o objetivo de explorar matemáticamente as informações narradas para criar atividades de modelagem matemática como estratégia para o ensino que contribua no ensino de função do primeiro grau a partir de práticas com a produção de leite bovino, nas escolas do campo.

No último artgo deste número Élida de Sousa Peres e Erasmo Borges de Souza Filho apresentam um artigo intitulado *Relações étnico raciais e etnomatemática nas teses e dissertações brasileiras (2008-2018): desafios da história e cultura negra como prática escolar*, com o objetivo dos autores foi verificar como a interface entre relações étnico raciais e etnomatemática aparecem nos trabalhos pesquisados, com base na implementação da lei 10.639/2003; Relações étnico raciais e cultura; Identidade negra e Currículo.

Por fim, desejamos que este número da REMATEC contribua com os professores e pesquisadores em Educação Matemática e com a comunidade de leitores em geral, trazendo elementos favoráveis à reflexão e à abertura de debates sobre os temas aqui tratados.

Iran Abreu Mendes
Carlos Aldemir Farias da Silva

Conectando a Etnomatemática e a Pedagogia Culturalmente Relevante na Educação Matemática para a Promoção da Justiça Social

Connecting Ethnomathematics and Culturally Relevant Pedagogy in Mathematics Education to the Promotion of Social Justice

Milton Rosa
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) – MG/Brasil
Daniel Clark Orey
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) – MG/Brasil

RESUMO

Um dos desafios enfrentados, internacionalmente, pelos sistemas educacionais está relacionado com o crescente número de alunos de diversas origens linguísticas e culturais em salas de aula. Essa diversidade tem atraído a atenção de professores, educadores e pesquisadores, pois é uma área que busca conectar as experiências cotidianas dos alunos com o procoesso de ensino e aprendizagem visam tornar os sistemas educacionais humanizados. Assim, existe uma crescente urgência para resolver essa lacuna para educar, efetivamente, todos os alunos. No contexto da justiça social, é necessário examinar a incorporação da influência da cultura no desenvolvimento da matemática e, ao mesmo tempo, alicerçá-la nas abordagens da etnomatemática e da pedagogia culturalmente relevante que, podem assumir, nos currículos matemáticos, as diversas formas linguísticas e culturais de produção do conhecimento. Portanto, o objetivo dessa abordagem é a promoção integral das experiências diárias dos alunos no currícumo matemático escolar.

Palavras-chave: Ação Pedagógica, Educação Matemática, Etnomatemática, Justiça Social, Pedagogia Culturalmente Relevante.

ABSTRACT

One of the challenges faced internationally by educational systems is related to the growing number of students from diverse linguistic and cultural backgrounds in classrooms. This diversity has attracted the attention of teachers, educators, and researchers, since it is an area that seeks to connect the daily experiences of students with the teaching and learning process aimed at making education systems humanized. There is a growing urgency to address this gap in order to effectively educate all students. In the context of social justice, it is necessary to examine the incorporation of mathematics into cultures and, at the same time, to base it on ethnomathematical and culturally relevant pedagogies that can assume, in mathematical curricula, the various linguistic and cultural forms of knowledge. Thus, the objective of this approach is the integral promotion of student daily experiences in the school mathematical curriculum.

Keywords: Pedagogical Action, Mathematics Education, Ethnomathematics, Social Justice, Culturally Relevant Pedagogy.

Considerações Iniciais

Com o advento internacional do crescimento de populações estudantis diversas, exsite a necessidade de uma reflexão sobre os currículos escolares tradicionais com relação à sua conexão aos contextos social, político e cultural dos alunos nas salas de aula de matemática. Assim, é importante que os professores orientem o processo educacional para o atendimento às diferentes línguas e culturas dos alunos. Então, é recomendável que uma alteração importante na instrução matemática e em seu currículo ocorra para acomodar a mudança demográfica nas populações escolares de sociedades distintas.

Nesse contexto, D'Ambrosio (2016a) critica o "fato de que a imagem dominante da educação matemática se concentra principalmente na transmissão de conteúdo matemático, com menos atenção dada à justiça social e às questões culturais" (p. 6). Por conseguinte, as preocupações com a equidade na educação matemática estão na vanguarda educacional em várias sociedades e comunidades internacionais. Essa abordagem, de acordo com D'Ambrosio (2016b), juntamente com a humanização curricular da matemática pode fortalecer a noção do desenvolvimento do conhecimento matemático direcionado para a paz.

Então, Rosa (2010) argumenta que, educar matematicamente para a justiça social, em busca da paz, consiste em ensinar, para os alunos, os procedimentos, os conceitos e as práticas matemáticas, bem como auxiliá-los no desenvolvimento de sua consciência crítica e reflexiva para que possam entender a importância dos valores subjacentes aos aspectos culturais e linguísticos desse conhecimento. De acordo com Bishop (1991), é necessário educar os alunos sobre os conteúdos matemáticos que aprendem, bem como auxiliá-los na compreensão da essência humanizadora desse campo do conhecimento.

Essa abordagem relembra aos professores que o conhecimento matemático pode tornar-se sem sentido, a menos que, primeiramente, seja incorporado a sua compreensão contextualizada. Assim, a justiça social baseia-se em aspectos relevantes da dimensão política da matemática, que tem o objetivo de orientar o seu ensino e a sua instrução. Por conseguinte, o ensino para a justiça social incentiva a exploração, a interpretação e a reconsideração sobre o papel e a natureza do conhecimento matemático na sociedade (D'AMBROSIO, 2007).

A reflexão sobre as dimensões social e política da matemática oferece para as sociedades modernas, dinâmicas e *glocalizadas*[1] , a oportunidade de reconhecerem que os membros de grupos culturais distintos desenvolvem métodos e explicações únicas que lhes possibilitam entender, compreender, agir e transformar a própria realidade (ROSA; OREY, 2017). Essa ação pedagógica pode contribuir para a melhoria do desempenho acadêmico dos alunos, pois propicia a compreensão das salas de aula como um ambiente de aprendizagem equitativo e democrático, que pode auxiliar os alunos no desenvolvimento de atitudes positivas com relação a matemática (D'AMBROSIO; ROSA, 2008).

É importante ressaltar que, quando os alunos percebem que a matemática que utilizam nas escolas não se relaciona com as suas experiências cotidianas e/ou as suas vivências culturais, eles podem se sentir desconectados, desconfortáveis, desmotivados e desinteressados de participarem das atividades propostas nas salas de aula (DAVIDSON; KRAMER, 1997). Para Rosa (2010), a utilização dos contextos culturais no currículo matemático pode possibilitar a participação plena dos alunos nas atividades propostas em salas de aula para auxiliá-los no estabelecimento de conexões com o conteúdo matemático que estão aprendendo.

Assim, a observação das ideias, dos procedimentos e das práticas matemáticas desenvolvidas pelos membros de grupos culturais distintos possibilita que os alunos percebam a importância do conhecimento matemático de maneiras distintas daquelas disponibilizadas no currículo escolar. Nesse contexto, Rosa (2010) argumenta que é necessário que os professores desenvolvam atividades curriculares que vinculem a matemática, a linguagem e a cultura dos alunos com o objetivo de incentivar o desenvolvimento de habilidades que promovam a evolução do pensamento crítico e reflexivo.

Essa abordagem está embasada nos princípio da *pedagogia* de *fronteira*, que origina regiões limítrofes em que os diversos recursos culturais disponíveis possibilitam a criação de

1 Glocalização é a capacidade que uma cultura tem, ao se encontrar com outras culturas, de absorver influências que se interagem para enriquecê-las e, assim, resistir aos acontecimentos que são alienígenas e compartimentados, para que, embora diferentes, podem ser apreciadas e celebradas como diferentes (ROSA; OREY, 2016).

novas identidades dentro das configurações de poder existentes, encorajando o desenvolvimento do pensamento crítico. Esse enfoque procura debater as estruturas de poder, significado e identidade, pois visa incentivar a tolerância, a sofisticação ética e a aceitação (GIROUX; MCLAREN, 1994).

Por exemplo, na pedagogia de fronteira existe a criação de novas regiões fronteiriças, nas quais os diversos recursos culturais propiciam a formação de novas identidades dentro das configurações de poder existentes (GIROUX; MCLAREN, 1994). Essa abordagem visa incorporar a geração e a integração cultural por meio do desenvolvimento de habilidades relacionadas com o pensamento crítico e reflexivo, bem como com a promoção de discussões sobre as relações de poder e o significado da identidade cultural.

Nesse sentido, a pedagogia da fronteira visa a *decolonização*[2] e a *revitalização*[3] do processo de ensino e aprendizagem, pois promove a liberdade, a sofisticação ética, a valorização de outros pontos de vista e a justiça social para todos alunos. Essa pedagogia envolve os alunos em referências múltiplas que constituem os diferentes códigos culturais, as diversas experiências e as distintas linguagens, que os auxiliam na construção de suas próprias narrativas e histórias e, também, na revisão de um senso democrático por meio das negociações linguísticas, sociais e culturais (ROMO; CHAVEZ, 2006) que visam a promoção da equidade e da justiça social em salas de aula.

Consequentemente, é necessário que os professores se comprometam com o desenvolvimento da equidade nas escolas para a promoção da melhoria do desempenho dos alunos em matemática (GUTIÉRREZ, 2000). Então, a equidade depende da conscientização dos professores para os distintos modos como os alunos de origens culturais e linguísticas utilizam as próprias experiência e vivências diárias para participarem das práticas de aprendizagem que são desencadeadas no ambiente escolar (BOALER, 2002). Além disso, o entendimento dos professores sobre a qualidade da instrução matemática e o seu apoio é influenciado pelo desenvolvimento de suas práticas pedagógicas e por suas percepções sobre a natureza da matemática (ROSA, 2010).

Nesse contexto, a prática docente dos professores é moldado por um conjunto de crenças, opiniões, valores e atitudes que propiciam um embasamento para a sua prática docente que constitui a sua plataforma educacional, pois visa orientar a ação pedagógica e a tomada de decisão dos professores. Por conseguinte, os professores progridem com o seu trabalho pedagógico, pois tomam decisões e planejam a instrução com base em sua plataforma educacional (SERGIOVANNI; STARRAT, 1998).

Desse modo, é importante destacar que algumas investigações em educação matemática estão relacionadas com o desenvolvimento da justiça social, tendo como foco a etnomatemática em resposta às preocupações sobre o processo de exclusão de alunos provenientes de grupos culturais distintos (ROSA; OREY, 2010) enquanto outras pesquisas se concentraram no estudo da utilização da pedagogia culturalmente relevante em relação ao desempenho acadêmico de alunos oriundos de grupos minoritários (DARLING-HAMMOND, 1997).

---

2 A *decolonização* é um processo que tem como objetivo abordar o trauma histórico colonizador para desvendar os efeitos trágicos da colonização. Esse processo se inicia com a redução e/ou eliminação da exploração colonial das heranças locais provenientes das culturas ocidentais (LAENUI, 2000).

3 A *revitalização* pode ser considerada como um esforço deliberado, organizado e consciente desenvolvidos pelos membros de um determinado grupo cultural para o restabelecimento de práticas línguísticas e culturais em contextos formais e informais (WALLACE, 1956). Por exemplo, a revitalização da língua é uma maneira pela qual os membros de um determinado grupo cultural combatem o deslocamento de seu idioma por outro e, em casos mais graves, a sua extinção (GARRET, 2012).

Nesse direcionamento, ressalta-se que, nessas investigações há uma preocupação com o desenvolvimento de uma abordagem epistemológica que as vincula com a história, com o bem estar coletivo, com a equidade e com a justiça social enquanto a sua abordagem pedagógica está atenta a superar o desafio das mudanças socioculturais. Portanto, nesse artigo teórico, discute-se o papel da etnomatemática e da pedagogia culturalmente relevante na educação matemática para a promoção da justiça social.

Etnomatemática e os Aspectos Culturais da Matemática

Nas duas últimas décadas houve o desenvolvimento de uma compreensão mais sensível com relação às ideias, procedimentos e práticas matemáticas utilizadas pelos membros de grupos culturais distintos, que se tornou disponível por meio da evolução dos campos relacionados com o estudo do multiculturalismo, da antropologia, da linguística e das características socioculturais da matemática.

Nesse contexto, o termo etnomatemática foi cunhado por D'Ambrosio (1985) para descrever as práticas matemáticas desenvolvidas pelos membros de grupos culturais identificáveis. Similarmente, Barton (1996) afirma que a etnomatemática é um programa que investiga as maneiras pelas quais os membros de grupos culturais distintos compreendem, articulam e aplicam as ideias e conceitos que podem ser identificados como práticas matemáticas.

Consequentemente, para D'Ambrosio (1990), a etnomatemática pode ser considerada como um programa que estuda a evolução das ideias e dos procedimentos matemáticos encontrados em quaisquer culturas. Assim, o desenvolvimento de técnicas e estratégias para a resolução das situações-problema (*ticas*) enfrentadas no cotidiano auxiliam na evolução do pensamento matemático desses membros, que estão inseridos em contextos culturais distintos (*etno*). Desse modo, a utilização dessas técnicas e estratégias auxiliam esses membros no entendimento de como o conhecimento matemático pode ser utilizado para enfrentar as situações-problema originadas nesses contextos (*matema*).

A essência do programa etnomatemática é reconhecer que existem diferentes maneiras de *fazer* matemática e que, também, considera a apropriação do conhecimento matemático acadêmico desenvolvido por diferentes setores da sociedade. Além disso, a etnomatemática respeita os modos distintos em que diversas culturas negociam as estratégias e as técnicas de resolução de problemas enquanto desenvolvem ideias, procedimentos e práticas matemáticas relacionadas com o próprio contexto cultural (D'AMBROSIO, 2001).

Além disso, a etnomatemática pode ser descrita como um programa por meio do qual os membros de uma determinada cultura utilizam as ideias e os conceitos matemáticos para lidarem com os aspectos quantitativos, relacionais e espaciais presentes em sua vida diária, que estão relacionados com a língua, com o meio ambiente e com a cultura. Desse modo, Rosa (2010) ressalta que essa maneira de perceber a matemática reconhece que as diversas experiências vivenciadas pela humanidade em seu cotidiano demonstram como o pensamento matemático é inerente ao desenvolvimento comportamental e intelectual dos membros de grupos culturais distintos.

Uma evidência dessa asserção é dada por Orey (2000) ao declarar que o "paradigma que o membros de diversas culturas utilizam ou trabalham envolve a interação única entre a sua língua, a sua cultura e o seu meio ambiente" (p. 248). Nesse contexto, D'Ambrosio (1985) argumenta que o pensamento matemático é desenvolvido em diferentes culturas de acordo com os problemas comuns que são encontrados em seus próprios contextos culturais.

Nessa perspectiva, com o objetivo de resolver problemas cotidianos específicos, as so-

luções *ad hoc*[4] são criadas. Em seguida, esses métodos são desenvolvidos e generalizados a partir dessas soluções, que são utilizadas para a resolver problemas semelhantes enquanto as teorias são desenvolvidas a partir da utilização desses métodos. Nesse contexto, os membros de grupos culturais distintos desenvolvem o pensamento matemático de maneiras diferentes do conhecimento matemático ensinado nas escolas (D'AMBROSIO, 2007).

Então, a matemática é identificada nas atividades culturais de sociedades distintas, que se refere às ideias e procedimentos incorporados nas práticas sociais ao reconhecer que todas as culturas desenvolvem métodos únicos e explicações sofisticadas para que possam entender, compreender e transformar a própria realidade (OREY, 2000). Similarmente, a etnomatemática está relacionada com o estudo de técnicas e estratégias desenvolvidas e utilizadas pelos membros de grupos culturais distintos que buscam a explicação e o entendimento de seu mundo em resposta aos problemas, às lutas e aos esforços de sobrevivência e transcendência humana (D'AMBROSIO; ROSA, 2008).

De acordo com Rosa (2010), essa abordagem inclui as necessidades materiais dos membros de grupos culturais distintos, bem como a arte e a espiritualidade por meio do desenvolvimento e da utilização de artefatos, que são objetos criados por esses membros que, inerentemente, fornecem pistas culturais sobre a cultura de seus criadores e usuários. Essa perspectiva oferece uma oportunidade para que os professores conectem os eventos atuais com esses artefatos no contexto da etnomatemática, da história e da cultura.

Outro pressuposto da etnomatemática é que esse programa valoriza outras formas de explicação e de compreensão de mundo que são formuladas e acumuladas pelos membros de diferentes grupos culturais. Esse conhecimento é considerado como parte do processo evolutivo do *dinamismo cultural*[5] que ocorre por meio do contato de grupos distintos com outras culturas (D'AMBROSIO, 2001).

Um estudo sobre as diferentes maneiras pelas quais as pessoas resolvem os problemas com a utilização de algoritmos práticos que estão baseados nessas perspectivas matemáticas torna-se relevante para qualquer compreensão real dos conceitos e práticas matemáticas que foram desenvolvidas no decorrer do tempo (ROSA; OREY, 2008).

Desse modo, para que os alunos possam entender esses problemas, existe a necessidade de que considerem o contexto cultural que os impulsiona. Assim, a etnomatemática oferece uma contextualização do currículo, que contribui para a elaboração de atividades matemáticas curriculares propostas em salas de aula (ROSA; OREY, 2017) em direção à justiça social.

Então, o principal objetivo desse programa é rastrear o desenvolvimento e a transformação das ideias matemáticas produzidas em culturas distintas por meio da condução de investigações sobre a inserção dessa perspectiva no currículo escolar, pois contribui para a utilização de uma abordagem pedagógica inovadora no processo de ensino e aprendizagem em matemática.

Por exemplo, Rosa e Orey (2017) argumenta que o programa etnomatemática oferece uma visão mais ampla da matemática, que abrange os conhecimentos tácitos, as ideias, os processos, os procedimentos, as técnicas, os métodos e as práticas que estão vinculadas aos ambientes culturais diversos. Esse aspecto direciona para uma expansão das evidências dos processos cognitivos, das capacidades de aprendizagem e das atitudes dos alunos, que podem

4 *Ad hoc* é uma expressão latina que significa para esse fim. Em geral, essa expressão significa uma solução projetada para um problema ou tarefa específica, não generalizável, e que não pode ser adaptada para outros fins (ROSA; OREY, 2007)..

5 No dinamismo cultural, os conhecimentos locais se interagem com aqueles consolidados pela academia através do desenvolvimento de uma relação recíproca entre os *saberes* e *fazeres* desenvolvidos pelos membros de grupos culturais distintos (ROSA; OREY, 2017).

conduzir os processos de ensino que ocorrem em muitas salas de aula.

Nesse contexto, Masingila e King (1997) afirmam que a etnomatemática é um programa que auxilia os alunos a realizarem conexões entre diferentes áreas do conhecimento, bem como desenvolverem uma compreensão aprofundada de suas próprias práticas matemáticas. Assim, para Rosa e Orey (2007), a etnomatemática auxilia os alunos na aprendizagem dos procedimentos matemáticos desenvolvidos pelos membros de outros grupos culturais. Então, à medida que aprendem sobre a cultura de outros povos, os alunos também se conscientizam dos próprios conhecimentos matemáticos, pois essse campo do conhecimento é parte integrante de sua cultura.

Assim, a etnomatemática pode ser utilizada como uma ação pedagógica que motiva os alunos que são desapropriados do direito de prosseguirem com os estudos em matemática (D'AMBROSIO, 2001). Então, esse programa possibilita a conquista de dois objetivos do processo de ensino e aprendizagem em matemática: a) estabelece um contexto multicultural para o desenvolvimento do conhecimento matemático e de suas habilidades e b) auxilia os alunos a elaborarem conexões da matemática com outras disciplinas de uma maneira interdisciplinar (D'AMBROSIO; ROSA, 2008).

Consequentemente, os alunos maximizam as possibilidades de melhorar a sua atitude em relação ao conhecimento matemático enquanto desenvolvem as suas habilidades matemáticas. Dessa maneira, Rosa (2010) argumenta que a etnomatemática é um programa por meio do qual os professores podem influenciar positivamente os domínios afetivo e cognitivo dos alunos. Então, uma das características da ação pedagógica do programa etnomatemática é auxiliar na análise critíca e reflexiva sobre a natureza da matemática por meio de sua conexão com a cultura (D'AMBROSIO, 1985).

Consequentemente, a etnomatemática tem como objetivo valorizar as experiências e as práticas culturais dos alunos, de suas comunidades e da sociedade, ao utilizá-las como veículos que tornam a aprendizagem matemática contextualizada e com significado, bem como propricia a incorporação dos contextos cultural e linguístico no currículo matemático escolar.

Pedagogia Culturalmente Relevante e a Cultura dos Lares e das Comunidades

O foco da pedagogia culturalmente relevante é valorizar a cultura do lar e da comunidade dos alunos para ensinar matemática de uma maneira culturalmente apropriada (LADSON-BILLINGS, 1995). Assim, essa pedagogia ressalta as conexões dos alunos com a cultura do lar e de sua comunidade, propiciando diversas maneiras de os professores utilizarem esses vínculos para desencadear o processo de ensino e aprendizagem em matemática em sala de aula. Então, essa pedagogia valoriza, valida e incorpora os antecedentes culturais, a história étnica e os interesses dos alunos nas práticas pedagógicas diárias dos professores (OLIVEIRA, 2012).

A pedagogia culturalmente relevante aborda as necessidades socio-emocionais dos alunos, pois utiliza materiais étnicos e culturalmente diversos para ação pedagógica em salas de aula (SCHEURICH; SKRLA, 2003). Nesse contexto, Ladson-Billings (1994) afirma que essa abordagem educacional *empodera* os alunos de um modo intelectual, social, emocional e político por meio da utilização de referências culturais e históricas no currículo escolar.

Um dos objetivos dessa pedagogia é a reafirmação da cultura e dos conhecimentos que os alunos acumulam durante a realização de tarefas caseiras e de atividades comunitárias cotidianas. Nesse contexto, a pedagogia culturalmente relevante valoriza os conhecimentos tácitos no processo de ensino e aprendizagem em Matemática ao fortalecer o *background* cultural dos alunos (ROSA, 2010).

Uma pedagogia culturalmente relevante delineia e promove o sucesso acadêmico para todos os alunos, pois propicia um processo de ensino e aprendizagem efetivo que é desencadea-

do em um ambiente culturalmente apoiado e centrado nos alunos. Essa abordagem visa difundir o conhecimento, propagar as habilidades matemáticas e, também, modificar as atitudes dos alunos em relação à instrução acadêmica (OLIVEIRA, 2012).

Nessa abordagem, os pontos fortes que os alunos trazem para a escola são identificados, nutridos e utilizados para promover a sua realização educacional (RICHARDS, BROWN; FORDE, 2006). Assim, a conquista acadêmica dos alunos provenientes de origens culturais e linguisticamente diversas pode melhorar quando os educadores garantem que a instrução em sala de aula seja relevante em relação aos contextos familares e comunitários (LADSON-BILLINGS, 1995).

A premissa básica da pedagogia culturalmente relevante é que os "professores devem ensinar com a utilização de filosofias e métodos que respeitem, valorizem e empreguem positivamente os pontos fortes da cultura, do contexto e da linguagem utilizadas nos lares dos alunos" (SCHEURICH; SKRLA, 2003, p. 48).

Por exemplo, Moll, Amanti, Neff e Gonzalez (1992) estudaram o comportamento dos alunos de minorias étnicas nas comunidades mexicano-americanas, em Tucson, Arizona, como um meio para *empoderá-los*, apoiando-os em seu desempenho escolar. Esses pesquisadores examinaram a influência dos professores como co-aprendizes, que aprendem sobre a cultura familiar e da comunidade, praticam o ensino recíproco e conectam a cultura dos alunos com a escolar para melhorar resultados acadêmicos do corpo discente.

Uma evidência adicional desse fenômeno resultou do estudo realizado por Lipka e Adams (2001) que abordou a aplicação da pedagogia culturalmente relevante para determinar a eficácia de uma unidade de instrução matemática relacionado com a determinação de perímetro e da área de figuras planas pelos alunos do sexto ano por meio de uma aprendizagem fundamentada culturalmente. Os resultados desse estudo mostraram a eficácia da proposição de um currículo matemático fundamentado na cultura dos alunos.

De modo semelhante, Irvine e Armento (2001) argumentam que a pedagogia culturalmente relevante possibilita que os professores elaborem e utilizem materiais pedagógicos contextualizados, criem ambientes de aprendizgem que incluam as culturas, os costumes e as tradições que, talvez, sejam diferentes das suas e que, também, incluam lições que possam auxiliar os alunos a estabelecerem conexões significativas entre as suas vidas e as experiências relacionadas à escola.

Uma pedagogia culturalmente relevante propicia para os alunos o acesso a um currículo acadêmico rigoroso que valoriza as suas experiências culturais e os seus conhecimentos tácitos, independentemente, de serem representados por *backgrounds* culturais distintos (KLOTZ, 2006). Essa pedagogia pode ser definida como um sistema educacional que "honra, respeita e valoriza a diversidade na teoria e na prática por meio da qual o processo de ensino e a aprendizagem seja relevante e significativo para os alunos de várias culturas" (KLOTZ, 2006, p. 11).

A participação em um ensino culturalmente relevante significa que os professores criam uma ponte entre os ambientes familar e escolar dos alunos enquanto cumprem as expectativas dos requisitos curriculares (LADSON-BILLINGS, 1995), pois essa pedagogia utiliza os antecedentes, os conhecimentos e as experiências dos alunos para informar o planejamento das lições matemáticas e da metodologia utilizada em salas de aula.

Nesse sentido, essa abordagem pode ser definida como uma *pedagogia da oposição*, pois tem um embasamento crítico e reflexivo, sendo comprometida com o coletivo, apresentando três proposições para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos: o sucesso acadêmico, a consciência crítica e a competência cultural (LADSON-BILLINGS, 1995).

A pedagogia culturalmente relevante propicia maneiras distintas para que os alunos

mantenham a sua identidade cultural enquanto são bem sucedidos academicamente. Assim, é importante que os educadores contextualizem a instrução por meio de atividades culturalmente relevantes em suas práticas pedagógicas, bem como incorporem a relevância e o rigor ao processo educacional (OGBU, 1992).

Nesse direcionamento, os professores auxiliam os alunos a desenvolverem uma consciência sociopolítica ampla para permitir-lhes confrontar com competência os conhecimentos adquiridos na escola com as normas que norteiam a sociedade, bem como para enfrentar as desigualdades sociais em prol de uma justiça social em favor do coletivo (ROSA, 2010).

Essa consciência sociopolítica possibilita aos alunos o entendimento de que os estudos realizados na escola têm um objetivo importante para a transformação da sociedade (GANDIN, DINIZ-PEREIRA; HYPOLITO, 2002). Esse objetivo também é um dos princípios do programa etnomatemática para o desenvolvimento da justiça social nas escolas.

Justiça Social no Ambiente Escolar

É cada vez mais necessário empoderar os alunos, ensinando-os sobre questões do mundo real em conexão com os seus contextos linguístico e cultural, a fim de inculcar-lhes o desejo de procurar e trabalhar para atingir os seus objetivos pessoais. Nesse contexto, D'Ambrosio (2007) afirma que os indivíduos que não acreditam ou não aprenderam a valorizar as suas bagagens matemáticas ou as próprias raízes culturais podem facilmente assimilar a cultura dominante sem refletir criticamente sobre os seus valores. Essa é, essencialmente, uma colonização pedagógica.

É importante contextualizar a matemática à medida que o conhecimento emerge das necessidades e expectativas dos membros de grupos culturais distintos. Assim, ensinar para a justiça social concentra-se no contexto da compreensão das ideias, dos procedimentos e das práticas matemáticas desenvolvidas pelos membros dessas comunidades para forçar as confrontações em relação às premissas de que o *conhecimento* e a *verdade,* que podem ser facilmente confundidas com o *certo* e o *errado* em matemática (ROSA; OREY, 2016).

Por isso, é necessário que os professores compreendam as variações históricas e culturais das ideias, procedimentos e práticas matemáticas que variam ao longo do tempo, bem como a cultura de origem, a raça, a etnia, o gênero, a orientação sexual e outras características socioculturais. Recomenda-se, então, que o currículo matemático esteja:

> (...) preocupado em questionar a opressão ou promover mais justiça social com foco no ensino e no currículo - em particular, nas maneiras pelas quais as crenças dos professores, as práticas dos professores e as políticas escolares, como o rastreamento, podem ser vistas como formas de racismo. Em um nível de sala de aula prático, é importante que os professores e os candidatos a professores reconheçam a maneira como as reformas educacionais populares em matemática podem ter diferentes efeitos nos alunos que, historicamente, foram marginalizados (GUTIÉRREZ, 2015, p.13).

A esse respeito, quando o foco de um determinado estudo está relacionado com a pedagogia da matemática, a sua atenção deve ser direcionada em torno da legitimação do conhecimento dos alunos, originada de experiências construídas em seus próprios caminhos, bem como em torno do estudo das possibilidades pedagógicas sobre como trabalhar com os processos de aprendizagem que ocorrem dentro e fora do ambiente escolar (ROSA, 2010).

De fato, uma discussão sobre os aspectos educacionais da matemática pode auxiliar os professores a estabelecerem modelos de crenças, pensamentos e comportamentos, que pode ser realizado pela contemplação do potencial do trabalho pedagógico que considera o contexto

sociocultural dos alunos, bem como uma experiência de aprendizagem matemática com significado e empoderadora (ROSA; OREY, 2016). Por exemplo, a sugestão de começar com os conceitos matemáticos conhecidos pelos alunos é uma maneira importante que pode propiciar um exame crítico dos conceitos matemáticos.

A consequência dessa abordagem para a formação de professores é bastante significativa, pois esses profissionais devem ser apoiados e encorajados a saberem mais sobre a matemática e as competências pedagógicas adicionais encontradas em suas próprias comunidades, a fim de auxiliarem os alunos a realizarem exames críticos e reflexivos do desenvolvimento de seu próprio conhecimento matemático. Desse modo, Rosa (2010) argumenta que o ensino é considerado uma tarefa de ordem superior que axilia os pesquisadores, educadores e alunos a compreenderem a conexão entre a matemática e a cultura.

De acordo com Rosa e Orey (2016), a aprendizagem matemática direcionada para a justiça social deve ser ensinada para os alunos de diferentes origens culturais. Por conseguinte, uma mudança na instrução matemática precisa ocorrer para acomodar as alterações sociais e culturais nas escolas. Portanto, os professores precisam ter o apoio necessário para capacitá-los para educar matematicamente os alunos provenientes de culturas distintas.

Consequentemente, o principal aspecto da justiça social é auxiliar os alunos a entenderem os sistemas matemáticos alternativos para que possam obter uma melhor compreensão da importância social da matemática. Dessa maneira, a sociedade moderna gera uma quantidade de conhecimentos e informações, mas existe a necessidade de que esses conhecimentos sejam utilizados como um caminho a ser utilizado para se alcançar a justiça social e a paz (D'AMBROSIO, 1990).

Assim, a justificativa para a realização de investigações em relação ao desenvolvimento da justiça social na educação matemática está relacionada com as suas implicações para o desenvolvimento curricular, para a implantação de práticas de ensino inovadoras, para a formação de professores e para a elaboração de políticas públicas. Outro aspecto importante é a conexão da justião social com os esforços realizados para reduzir a arrogância, a iniquidade e a intolerância na sociedade.

Conectando a Etnomatemática, a Pedagogia Culturalmente Relevante e a Justiça Social

A conexão entre a etnomatemática, a pedagogia culturalmente relevante e a justiça social propõe que os professores contextualizem a aprendizagem em matemática ao relacionar os conteúdos desse componente escolar com as experiências de vida dos alunos. Assim, Rosa (2010) argumenta que alterações importantes devem ocorrer na instrução matemática para acomodar as mudanças contínuas e progressivas na demografia dos alunos nas salas de aula.

Nesse sentido, as diretrizes do *National Council of Teacher of Mathematics*[6] (NCTM, 1991) e dos *Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática* (BRASIL, 1998) destacam a importância de estabelecer conexões entre a matemática e a cultura dos alunos. Similarmente, Rosa e Orey (2007) afirmam que quando os problemas práticos ou baseados na cultura são examinados em um contexto social apropriado, a matemática desenvolvida pelos membros de grupos culturais distintos não é trivial porque reflete os temas que estão profundamente relacionados com o cotidiano dos alunos.

Para os educadores que trabalham a partir de uma perspectiva culturalmente relevante, os alunos podem tornar-se matematicamente competentes, independente de seu gênero, de sua

6 Conselho Nacional de Professores de Matemática foi fundado em 1920, nos Estaods Unidos, sendo a maior organização mundial que agrega educadores matemáticos.

raça ou de sua classe social. Desse modo, existe a necessidade de que os professores elaborem atividades matemáticas propostas para as salas de aula, que estejam vinculadas ao contexto cultural dos alunos ao invés de gerenciarem o seu comportamento, para que consigam compreender o desenvolvimento de seu pensamento matemático (LADSON-BILLINGS, 1995).

Consequentemente, é importante que os professores conheçam os alunos, as suas experiências diárias, bem como as suas vivências cotidianas, para que se conscientizem sobre a influência dos valores linguísticos e culturais da comunidade escolar no currículo matemático (ROSA, 2010). Nesse sentido, os alunos podem ser bem-sucedidos em matemática quando a sua compreensão está "vinculada aos referentes culturais significativos da comunidade e, também, quando a instrução pressupõe que todos são capazes de dominar os conteúdos curriculares" (LADSON-BILLINGS, 1995, p. 141).

Por conseguinte, o conhecimento desenvolvido a partir de uma perspectiva culturalmente relevante pode ser entendido como um dos princípios do programa etnomatemática (ROSA; OREY, 2010). Por exemplo, em salas de aula de matemática culturalmente relevantes, os professores fundamentam-se no conhecimento matemático tácito dos alunos (*etno*) para orientar a elaboração das atividades curriculares para a utilização de sua cultura e de suas experiências e vivências que foram adquiridas em contextos distintos (*matema*). Desse modo, os professores auxiliam os alunos no desenvolvimento de seu pensamento crítico e reflexivo ao trabalharem com as próprias técnicas e estratégias de resolução de problemas (*tica*) (GUTSTEIN, LIPMAN, HERNANDEZ; REYES, 1997).

Nessa perspectiva, Orey (2000) afirma que a "etnomatemática pode ser caracterizada como uma ferramenta para atuar no mundo" (p. 250), pois propicia o desenvolvimento dos instrumentos comunicativos, analíticos e materiais que auxiliam os membros de grupos culturais distintos na compreensão do papel social da matemática na busca da justiça social.

Assim, ao buscar o desenvolvimento da justiça social na sociedade, a pedagogia culturalmente relevante enfatiza o papel da matemática na sociedade, que envolve a utilização de ideias, procedimentos e práticas matemáticas desenvolvidas lcoalmente para a resolução de situações-problema enfrentadas no cotidiano (ROSA; OREY, 2008).

Por exemplo, Rosa (2010) argumenta que a etnomatemática, como uma ação pedagógica, demonstra como a matemática pode ser contextualizada e fundamentada nas necessidades e expectativas da comunidade que a utiliza. Então, é importante ressaltar que um dos principais objetivos da etnomatemática é contribuir para uma compreensão ampliada da cultura e da matemática, mas, principalmente, para mostrar a relação humana que existe entre esses dois elementos importantes na busca da justiça social.

Essa discussão teórica mostram que um componente importante da educação matemática deve ser o de reafirmar e restaurar a dignidade cultural dos alunos por meio de sua participação em *atividades pluriculturais*[7] que reflitam o conhecimento e o comportamento dos membros da comunidade na qual estão inseridos. Assim, Rosa (2010) afirma que os alunos podem valorizar as *matemáticas* encontradas nesses ambientes e, consequentemente, respeitar o conhecimento desenvolvido em contextos culturais diversos.

Por exemplo, D'Ambrosio (2007) argumenta que o processo de ensino e aprendizagem direcionado para a justiça social possibilita que os alunos desenvolvam as suas habilidades

7 O principal objetivo das atividades pluriculturais é conscientizar os alunos sobre a diversidade humana, bem como sobre as distintas maneiras pelas quais o conhecimento matemático é desenvolvido por meio das interações entre os membros de grupos culturais distintos. Essa abordagem busca capitalizar os recursos socioculturais dos alunos na elaboração das atividades matemáticas curriculares propostas em sala de aula (ROSA, 2010).

matemáticas ao mesmo tempo que mantêm a dignidade cultural para prepará-los para a participação ativa na sociedade. Nesse processo, Rosa (2010) argumenta que essas habilidades são ferramentas pedagógicas importantes para auxiliar os alunos a discutiram de uma maneira reflexiva os fenômenos da realidade, desenvolvendo, desse modo, a consciência crítica.

Nesse contexto, Rosa e Orey (2007) argumentam que a etnomatemática propicia a compreensão e o aceite das raízes culturais dos membros de grupos marginalizados e minoritários, pois valoriza as suas ideias e procedimentos matemáticos no contexto escolar. Esse program também reconhece a importância e as aplicações da matemática acadêmica, bem como promove a valorização das práticas matemáticas que foram desenvolvidas pelos membros de *outras culutras.*

Por exemplo, os resultados do estudo conduzido por Pinheiro (2017) mostram a importância da utilização da perspectiva etnomatemática em sala de aula, que possibilitou o desenvolvimento de habilidades acadêmicas e profissionais que auxiliaram a inclusão de alunos Surdos em uma vida produtiva direcionada para o pleno exercício de seus direitos e da cidadania. O principal objetivo desse estudo foi propor uma metodologia inovadora para o processo de ensino e aprendizagem em matemática para os alunos Surdos com base nos pressupostos do programa etnomatematemática e no desenvolvimento de conteúdos de educação financeira para o desenvovimento da criticadade dessa população estudantil.

Nesse direcionamento, Rosa (2010) afirma que o papel desempenhado pelos professores é de vital importância para o desenvolvimento de alunos culturalmente e linguisticamente diversos para auxiliá-los em sua transformação como cidadãos empoderados e ativos da sociedade. Além disso, é importante que os professores entendam a influência dos contextos cultural e linguístico em relação ao desempenho matemático dos alunos.

Desse modo, é crucial que esses professores se tornem sensíveis às necessidades multiculturais de seus alunos (CUMMINS, 2000). Então, os educadores e investigadores que compreendem as variações históricas e culturais do desenvolvimento das ideias, procedimentos e práticas matemáticas locais estão mais bem preparados para que possam promover a equidade e a justiça social em salas de aula, bem como rever e analisar as próprias práticas docentes (ROSA, 2010).

Por exemplo, os resultados do estudo conduzido por Cortes (2017) mostram que a etnomodelagem, que é a conexão entre a etnomatemática e a modelagem, propiciou uma abordagem integradora do currículo matemático escolar, pois considerou os conhecimentos matemáticos local e da academia para que os professores e alunos pudessem compreender, de uma maneira holística, as informações etnomatemáticas desenvolvidas pelos membros de grupos culturais distintos que compunham a comunidade escolar, Por exemplo, nesse estudo, as práticas matemáticas de um feirante foram utilizadas para o desenvolvimento de uma ação pedagógica por da elaboração de atividades matemáticas que visavam a re-significação do conceito de funções.

Dessa maneira, Rosa (2010) argumenta que é importante que os professores reconheçam as noções preconcebidas que desenvolveram em relação aos *backgrounds* linguístico e cultural de alunos, principalmente, daqueles provenientes de grupos culturais minoritários. Desse modo, os professores enfrentam o desafio de proporcionar oportunidades para desencadear uma aprendizagem bem-sucedida para essa população escolar, pois, frequentemente, experimentam insucesso e frustração como resultado de percepções sociais negativas sobre as suas habilidades acadêmicas e os seus *saberes* e *fazeres.*

Nesse contexto, os professores podem utilizar as próprias percepções como um julgamento de suas capacidades para estruturar uma determinada ação pedagógica que visa produzir os resultados desejados para os alunos de diversos contextos culturais e linguísticos. Desse

modo, essas "percepções podem ser condutoras poderosas do comportamento" (VANTASSEL-BASKA; BASKA, 2004, p. 7).

Por exemplo, as percepções dos professores sobre as diferenças no desempenho escolar, frequentemente, surgem de comparações errôneas entre alunos provenientes grupos culturais distintos. Consequentemente, uma das percepções distorcidas criadas por esses julgamentos é que as lacunas de desempenho dos alunos estão relacionadas com a cor de sua pele, com o seu gênero e, também, aos seus contextos linguísticos e culturais (BAINBRIDGE; LASLEY II, 2000). Obviamente, Rosa (2010) afirma que essas percepções são equivocadas.

Nesse contexto, a conexão da pedagogia culturalmente relevante com a etnomatemática possibilita um exame profundo das influências socioculturais no processo de ensino e aprendizagem em matemática, incluindo o compromisso de desafiar as injustiças sociais e possibilitar as reflexões sobre os desafios educacionais por meio da identificação de ações individuais, institucionais, linguísticas e culturais que perpetuam as estruturas sociais (ROSA, 2010).

Essa conexão, de acordo com Klingner, Artiles, Kozleski, Harry, Zion, Tate, Durán; Riley (2005), instila um senso de ética e moral, atenção plena, cuidado, respeito e responsabilidade nos "profissionais que servem os alunos culturalmente e linguisticamente diversos" (p. 8). Consequentemente, Rosa (2010) argumemnta que, nesse contexto, os professores auxiliam os alunos no desenvolvimento de uma consciência sociopolítica, que possibilita a confrontação dos conhecimentos adquiridos na escola com as normas que regem a sociedade para que possam discutir sobre as desigualdades sociais que permeiam o sistema escolar.

Por exemplo, os resultados do estudo conduzido por Oliveira (2012) mostram a importância das contribuições da pedagogia culturalmente relevante para o processo de ensino e aprendizagem de funções na elaboração das atividades curriculares propostas em sala de aula que respeitam o contexto sociocultural dos alunos. Esses resultados também mostram que os professores precisam estar integrados ao meio sociocultural dos alunos para auxiliá-los a alcançar o sucesso acadêmico, a competência cultural e a consciência crítica com relação aos problemas que afligem a sociedade.

É importante ressaltar que os professores que trabalham com as questões de diferenças linguísticas e culturais incentivam a compreensão, a valorização e o respeito pelas diversidades individuais, pois buscam melhorar o índice de sucesso dos alunos (BEAUBOEUF-LAFONTANT, 1999) ao reconhecerem a influência da cultura e da língua no desenvolvimento matemático.

Por exemplo, Torres-Velásquez e Lobo (2004) afirmam que essa perspectiva é um componente essencial da pedagogica culturalmente relevante porque propõe que os professores contextualizem a aprendizagem em matemática ao relacionar os seus conteúdos com as experiências linguísticas e culturais dos alunos vivenciadas em seu cotidiano. Assim, Ladson-Billings (1995) argumenta que ao:

> (...) postular uma prática pedagógica efetiva é um modelo teórico que não só direciona o sucesso dos alunos, mas também os auxilia a aceitar e reafirmar a própria identidade cultural enquanto desenvolvem perspectivas críticas que desafiam as desigualdades que as escolas (e outras instituições) perpetuam (p. 469).

De acordo com essa asserção, Rosa e Orey (2007) argumentam que é importante ressaltar que a etnomatemática também apoia a aprendizagem da matemática acadêmica, pois os membros de grupos culturais minoritários ou marginalizados devem ter igual acesso ao conhecimento matemático utilizado pela cultura domintante. Similarmente, D'Ambrosio (2007) afir-

ma que essa abordagem também vincula as diversas formas de aprendizagem e conhecimento culturalmente incorporado pelos alunos à matemática acadêmica. Por conseguinte, a etnomatemática explora os meios acadêmicos e culturais para propiciar programas pedagógicos mais inclusivos para as diversas populações atendidas nas instituições educacionais.

Por conseguinte, as salas de aula não estão desvinculadas e/ou isoladas das comunidades em que estão inseridas, pois são ambientes de aprendizagem que possuem práticas culturais próprias que enfatizam o ensino de conteúdos matemáticos. Por exemplo, para Bandeira e Lucena (2004) e Lean (1994), a matemática é um produto cultural que deve ser ensinado em escolas tradicionais. Nesse sentido, Borba (1993) afirma que as salas de aula são ambientes de aprendizagem que possibilitam o desenvolvimento de práticas pedagógicas fundamentadas em abordagens etnomatáematicas.

Como essas práticas pedagógicas incluem os contextos socioculturais dos alunos, Chieus (2004) afirma que o trabalho pedagógico em uma perspectiva etnomatemática possibilita uma análise mais ampla dos contextos escolares, pois essas práticas transcendem os ambientes tradicionais da sala de aula. Da mesma maneira, Damazio (2004) sugere que os elementos pedagógicos necessários para o desenvolvimento do currículo matemático são encontrados no próprio contexto da comunidade escolar.

Nesse contexto, Rosa (2010) argumenta que essa abordagem é essencial no desenvolvimento de uma prática curricular etnomatemática e de educação culturalmente relevante direcionada para a justiça social por meio da investigação dos aspectos culturais da matemática e da elaboração de currículo escolares que considerem as contribuições de indivíduos provenientes de outras culturas. Então, o principal objetivo do programa etnomatemática é realizar essa equidade entre os alunos por meio da incorporação da justiça social no currículo matemático.

Algumas Implicações Curriculares

É necessário incorporar e integrar as diversas formas de conhecer, compreender e representar as informações para os professores e alunos. Essa abordagem é especialmente importante quando a instrução e a aprendizagem ocorrem em ambientes que incentivam pontos de vista pluriculturais e possibiltiam a inclusão de conhecimentos matemáticos relevantes para os alunos.

Recomenda-se que os professores tenham apoio para desenvolver ambientes de aprendizagem que sejam relevantes e reflexivos sobre as experiências sociais, culturais e linguísticas dos alunos, para que possam atuar como mediadores, facilitadores, consultores, instrutores e defensores dos alunos para, efetivamente, conectarem os conhecimentos cotidianos dos alunos às experiências de aprendizagem em sala de aula. Por exemplo, Rosa (2010) afirma que os líderes educacionais devem proporcionar, para os professores e alunos, experiências matemáticas relevantes por meio da integração no currículo de temas matemáticos retirados de suas próprias culturas.

Além disso, Eglash (1997) argumenta que a inclusão de aspectos culturais no currículo matemático tem benefícios em longo prazo para os alunos enquanto Rosa e Orey (2007) afirmam que conhecer os antecedentes culturais e linguísticos é essencial para proporcionar oportunidades de aprendizado bem-sucedidas para os alunos, pois visa melhorar a sua capacidade de estabelecer conexões significativas por meio do aprofundamento da compreensão da matemática. Essa abordagem inclui a relevância cultural e elabora currículos escolares em torno dos interesses locais, da linguagem e da cultura dos alunos.

Ensinar a matemática através da relevância cultural e da experiência pessoal auxilia os alunos a conhecerem mais sobre a realidade, a cultura, a sociedade e as questões ambientais,

fornecendo-lhes conteúdos e abordagens matemáticas que lhes permitam dominar com sucesso a matemática acadêmica. No entanto, Rosa (2010) argumenta que, para tomar decisões sobre como modificar as ações pedagógicas em resposta às necessidades educacionais dos alunos, é importante que os líderes escolares propiciem apoio e suporte para que os professores elaborem práticas instrucionais efetivas para auxiliar os alunos a desenvolverem as atividades curriculares propostas nas salas de aula.

Um currículo de matemática culturalmente relevante, baseado em perspectivas etnomatemáticas para a justiça social, infunde os antecedentes culturais dos alunos de maneira holística. Nesse currículo, a matemática é ensinada em um contexto significativo em que os alunos têm oportunidades de relacionar novos conteúdos e experiências de aprendizado com os conhecimentos e habilidades adquiridos no ambiente escolar (ROSA; OREY, 2010).

Dessa maneira, um currículo matemático concebido em uma perspectiva etnomatemática auxilia no desenvolvimento de conceitos e práticas matemáticas que se originam na cultura estudantil, conectando-os à matemática acadêmica, pois o entendimento da matemática escolar contribui para uma compreensão mais ampla dos princípios matemáticos culturais (BANDEIRA; LUCENA, 2004).

Nesse direcionamento, o estudo conduzido por Lipka (2002), no Alasca, é um exemplo desse tipo de abordagem para a inovação curricular da matematica. Assim, os resultados desse estudo mostram que esse tipo de currículo motiva os alunos a reconhecerem a matemática como parte da vida cotidiana, aumentando a sua capacidade de estabelecer conexões significativas para aprofundar a compreensão de todas as formas de pensamento matemático.

Para Rosa (2010), a implementação dessa prática pedagógica auxilia os alunos no desenvolvimento de sua identidade cultural, encorajando-os a lutarem pela excelência acadêmica e por uma participação ativa na sociedade. A principal implicação para os professores é a necessidade de considerar os antecedentes linguísticos e culturais dos alunos na concepção, seleção e elaboração das atividades propostas em sala de aula por meio da incorporação da etnomatemática no currículo matemático.

Por conseguinte, Rosa (2010) também argumenta que para auxiliar os alunos a alcançacem os seu potencial intelectual, as instruções devem promover a aquisição de conhecimentos matemáticos complexos e habilidades culturais e linguísticas em um clima social que promova a colaboração e a interação entre os alunos e os professores. Essas salas de aula são inclusivas, pois enfatizam a importância de expectativas elevadas e resultados positivo para o desesmpenho escolar dos alunos, visando aprimorar a sua aprendizagem em matemática.

Considerações Finais

Os desafios para uma responsabilidade educacional exigem estratégias diferenciadas de ensino que permitam aos professores servirem os alunos de uma maneira eficaz para o desenvolvimento da aprendizagem direcionada para a justiça social. Portanto, é necessário que os educadores matemáticos desenvolvam plataformas educativas e, também, se envolvam na reflexão de sua prática pedagógica.

Contudo, para ensinar para a justiça social, é necessário reconhecer a necessidade de refletir e/ou ponderar sobre questões, percepções, crenças e problemas que direcionam os professores para o aprimoramento de suas práticas de ensino (AIRASIAN; GULLICKSON, 1997). Uma vez que a reflexão constitui uma estratégia valorizada para o aperfeiçoamento de ações pedagógicas, é necessário que os educadores tenham espaço para criar oportunidades para refletir sobre as próprias práticas docentes para criticá-las e/ou modificá-las.

A esse respeito, a “reflexão é um processo central de construção de conhecimento e

desenvolvimento profissional" (AIRASIAN; GULLICKSON, 1997, p. 221). Além disso, uma compreensão aprofundada da cultura e da linguagem dos alunos e de sua conexão com a matemática é uma fonte importante de conhecimento para auxiliar os professores no processo reflexivo para transformar as suas práticas docentes.

De acordo com Rosa (2010), essa abordagem auxilia os professores a propiciarem oportunidades de aprendizagem bem-sucedidas em salas de aula, pois estão fundamentadas em nas reflexões sobre as experiências e vivênciaas dos alunos. Para D'Ambrosio (2001), existe a necessidade de que os professores respeitem e conheçamos fundamentos linguísticos e os valores culturais dos alunos, pois são elementos essenciais para a busca da justiça social no ambiente escolar.

Nesse sentido, a etnomatematica enfatiza a necessidade de um movimento educional direcionado para a justiça social, em que é necessário empoderar os alunos, ensinando-os sobre os problemas do mundo real por meio da utilização dos fundamentos da pedagogia culturalmente relevante em que o processo de ensino e aprendizagem em matemática deve estar embasado nas origens culturais dos alunos.

Nesse contexto, os professores que entendem as diferenças linguísticas e culturais de seus alunos, esforçam-se para buscar uma variedade instrucional, curricular e avaliativa que os conduzam a uma melhoria na aprendizagem em matemática. Assim, esses professores desempenham um papel fundamental no incentivo e no apoio às práticas pedagógicas diferenciadas para os seus alunos.

Recomenda-se, então, que os professores discutam essa questão em termos de viabilidade matemática e de equidade. Desse modo, espera-se que esse documento teórico acrescente à literatura existente, algumas reflexões sobre o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem para a justiça social fundamentado nas perspectivas da etnomatemática e da pedagogia culturalmente relevante.

Essa abordagem visa proporcionar uma perspectiva útil para os profissionais que tomam decisões no processo de ensino e aprendizagem em matemática para os alunos de origens culturalmente e linguisticamente diversas.

Referências

AIRASIAN, P. W.; GUILLICKSON, A. Teacher self-evaluation. In: STRONGE, J. H. (Ed.). *Evaluating teaching*: a guide to current thinking and best practice. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 1997. pp. 215-247.

BAINBRIDGE, W.; LASLEY, II, T. Diversity, K-12 accountability: the challenge of closing the achievement gap. *Education and Urban Society*, v. 34, p. 422-437, 2000.

BANDEIRA, F. A.; LUCENA, I. C. R. *Etnomatemática e práticas sociais.* Coleção Introdução à Etnomatemática. Natal, RN, Brazil: UFRN, 2004.

BARTON, B. *Ethnomathematics:* exploring cultural diversity in mathematics. Doctorate Dissertation. Auckland, New Zealand: University of Auckland, 1996.

BEAUBOEUF-LAFONTANT, T. A movement against and beyond boundaries: Politically relevant teaching among African American teachers. *Teachers College Record,* v. 100, p. 702-718, 1999.

BISHOP, A. J. Mathematics education in its cultural context. In: HARRIS, M. (Ed.), *Schools, mathematics and work.* New York, NY: Academic Press, 1991. pp. 29-41.

BOALER, J. Learning from teaching: Exploring the relationship between reform curriculum and equity. *Journal for Research in Mathematics Education, v*. 33, p. 239-258, 2002.

BORBA, M. C. Etnomatemática e a cultura da sala de aula. *Educação Matemática em Revista*,

v. 1, p. 1, p. 43-58, 1993.
BRASIL. *Parâmetros curriculares nacionais*: matemática. Brasília, DF: MEC/SEF. 1998.
CHIEUS, G. J. Etnomatemática: reflexões sobre a prática docente. In: RIBEIRO, J. P. M; DOMITE, M. C. S.; FERREIRA, R. (Eds.). *Etnomatemática:* papel, valor e significado. São Paulo, SP, Brazil: ZOUK, 2004. pp. 185-202.
CORTES, D. P. O. *Re-significando os conceitos de função:* um Estudo Misto para entender as contribuições da abordagem dialógica da Etnomodelagem. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática). Instituto de Ciências Exatas e Biológicas- ICEB. Departamento de Educação Matemática- DEEMA. Ouro Preto, MG: UFOP, 2017.
CUMMINS, J. *Language, power and pedagogy:* bilingual children in the crossfire. Clevedon, England: Multilingual Matters, 2000.

DAMAZIO, A. *Especifidades conceituais da matemática da atividade extrativa do carvão.* Coleção Introdução à Etnomatemática. Natal. RN, Brazil: UFRN, 2004.
D'AMBROSIO, U. Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics. *For the Learning of Mathematics,* v. 5, n. 1, p. 44-48, 1985.
D'AMBROSIO, U. *Etnomatemática*. São Paulo, SP: Editora Ática, 1990.
D'AMBROSIO, U. What is ethnomathematics and how can it help children in schools? *Teaching Children Mathematics,* v. 7, n. 6, p. 308-310, 2001.
D'Ambrosio, U. Peace, social justice and ethnomathematics. *The Montana Mathematics Enthusiastic,* Monograph 1, p. 25-34, 2007.
D'AMBROSIO, U. An overview of the history of ethnomathematics. In: ROSA, M., D'AMBROSIO, U., OREY, D. C., SHIRLEY, L., ALANGUI, W. V., PALHARES, P.; GAVARRETE, M. E. (Eds.). *Current and future perspectives of ethnomathematics as a program.* Cham, Switzerland: SpringerOpen, (2016a). pp. 6-11.
D'AMBROSIO, U. The ethnomathematics programa as a proposal for peace. *RIPEM*, v. 6, n. 1, p. 8-25, 2016b.
D'AMBROSIO, U.; ROSA, M. A dialogue with Ubiratan D'Ambrosio: a Brazilian conversation about Ethnomathematics. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática,* v. 1, n. 2, p. 88-110, 2008.
DARLING-HAMMOND, L. *Doing what matters most:* investing in quality teaching. New York, NY: National Commission on Teaching & America's Future, 1997.
DAVIDSON, E.; KAMER, L. *Integrating with integrity:* curriculum, instruction, and culture in the mathematics classroom. Reston, VA: NCTM, 1997.
EGLASH, R. When math worlds collide: intention and invention in ethnomathematics. *Technology and Human Values*, v. 22, n. 1, p. 79-97, 1997.
GANDIN, L. A., DINIZ-PEREIRA, J.; HYPOLITO, A. M. Para além de uma educação multicultural: teoria racial crítica, pedagogia culturalmente relevante e formação docente. Entrevista com a professora Gloria Ladson-Billings. *Educação & Sociedade,* v. 23, n. 79, p. 175-293, 2002.
GARRETT, P. B. Language socialization and language shift. In: DURANTI, A., OCHS, E.; SCHIEFFELIN, B. (Eds). Handbook of language socialization. Malden, MA: Blackwell Publishing, 2012. pp. 515-535.
GIROUX, H. A.; MCLAREN, P. *Between borders*: pedagogy and the politics of cultural studies. London, England: Routledge, 1994.
GUTIÉRREZ, R. Is the multiculturalization of mathematics doing us more harm than good? In: MALALINGHAM, R.; MCCARTHY, C. (Eds.). *Multicultural curriculum:* new directions for

social theory, practice and policy. New York, NY: Routledge, 2000. pp. 119-129.
GUTIÉRREZ, R. Nesting in Nepantla: the importance of maintaining tensions in our work. In: RUSSELL, N. M., HAYNES, C. M.; COBB, F. (Eds.). *Interrogating whiteness and relinquishing power:* white faculty's commitment to racial consciousness in STEM classrooms. New York, NY: Peter Lang, 2015.
GUTSTEIN, E., LIPMAN, P., HERNANDEZ, P.; REYES, R. Culturally relevant mathematics teaching in a Mexican American context. *Journal for Research in Mathematics Education,* v. 28, p. 709-737, 1997.
IRVINE, J. J.; ARMENTO, B. J. *Culturally responsive teaching*: lesson planning for elementary and middle grades. New York, NY: McGraw-Hill, 2001.
KLINGNER, J. K., ARTILES, A. J., KOZLESKI, E., HARRY, B., ZION, S., TATE, W., DURÁN, G. Z.; RILEY, D. Addressing the disproportionate representation of culturally and linguistically diverse students in special education through culturally responsive educational systems. *Education Policy Analysis Archives,* v. 13, n. 38, p. 1-40, 2005.
KLOTZ, M. B. Culturally competent schools: guidelines for secondary school principals. Student Counseling. *Principal Leadership*, v.3, p. 11-14, 2006.
LADSON-BILLINGS, G. *The dreamkeepers:* successful teachers of African American children. San Francisco, CA: Jossey Bass Publishers, 1994.
LADSON-BILLINGS, G. Toward a theory of culturally relevant pedagogy. *American Educational Research Journal,* v. 32, n. 3, p. 465-491, 1995.
LEAN, G. *Counting systems of Papua New Guinea*. Doctorate Dissertation. Lae, Papua New Guinea: PNG University of Technology, 1994.
LAENUI, P. Processes of decolonization. In: BATTISTE, M. (Ed.). *Reclaiming indigenous voice and vision.* Vancouver, Canada: UBC Press, 2000. pp. 150-160.
LIPKA, J. *Schooling for self-determination:* research on the effects of including native language and culture in the schools. Charleston, WV: Clearinghouse on Rural Education and Small Schools, 2002.
LIPKA, J.; ADAMS, B. Improving rural and urban students' mathematical understanding of perimeter and area. Fairbanks, AK: University of Alaska, Fairbanks, 2001.
MASINGILA, J. O.; KING, K. J. *Using ethnomathematics as a classroom tool:* curriculum and evaluation standards for school mathematics. Reston, VA: NCTM, 1997.
MOLL, L. C., AMANTI, C., NEFF, D.; GONZALEZ, N. Funds of knowledge for teaching: Using a qualitative approach to connect homes and classrooms. *Theory Into Practice*, v. 31, n. 2, p. 132-141, 1992.
NCTM. *Professional standards for teaching mathematics.* Reston,VA: National Council of Teachers of Mathematics, 1991.
OGBU, J. U. Understanding cultural diversity and learning. *Educational Researcher*, v. 21, n. 8, p. 5-14, 1992.
OLIVEIRA, D. P. A. *Um estudo misto para entender as contribuições de atividades baseadas nos fundos de conhecimento e ancoradas na perspectiva sociocultural da história da matemática para a aprendizagem de funções por meio da pedagogia culturalmente relevante.* Dissertação de Mestrado profissional em Educação Matemática. Departamento de Matemática. Ouro Preto, MG: UFOP, 2012.
OREY, D. C. The ethnomathematics of the Sioux tipi and cone. In H. Selin (Ed.), *Mathematics across culture*: the history of non-Western mathematics. Dordrecht, Netherlands: Kulwer Academic Publishers, 2000. pp. 239-252.
PINHEIRO, R. C. *Contribuições do programa etnomatemática para o desenvolvimento da*

educação financeira de alunos Surdos que se comunicam em Libras. Dissertação de Mestrado. Departamento de Educação Matemática. Ouro Preto, MG: UFOP, 2017.
RICHARDS, H., BROWN, A.; FORDE, T. *Addressing diversity in schools:* culturally responsive pedagogy. Practitioner Brief. Tempe, AZ: NCCREST, 2006.
ROMO, J. J.; CHAVEZ, C. Border pedagogy: a study of preservice teacher transformation. Research Reports. *The Educational Forum*, v. 70, n. 3, p. 142-153, 2006.
ROSA, M. *A mixed-methods study to understand the perceptions of high school leaders about English Language Learners (ELL) students*: the case of mathematics. Tese de Doutorado. College of Education. Sacramento, CA: California State University, Sacramento (CSUS), 2010.
ROSA, M.; OREY, D. C. Cultural assertions and challenges towards pedagogical action of an ethnomathematics program. *For the Learning of Mathematics*, v. 27, n. 1, p. 10-16, 2007.
ROSA, M.; OREY, D. C. Ethnomathematics and cultural representations: teaching in highly diverse contexts. *Acta Scientiae,* v. 10, n. 1, p. 27-46, 2008.
ROSA, M.; OREY, D. C. Culturally relevant pedagogy: an ethnomathematical approach. *Revista Horizontes*, v. 28, n. 1, p. 19-31, 2010.
ROSA, M.; OREY, D. C. Innovative approaches in ethnomathematics. In Rosa, M.; D'Ambrosio, U.; Orey, D. C.; Shirley, L.; Alangui, W. V.; Palhares, P.; Gavarrete, M. E. *Current and future perspectives of ethnomathematics as a program.* ICME-13 Topical Surveys. London, England: SpringerOpen, 2016. pp. 18-23.
ROSA, M.; OREY, D. C. Influências etnomatemáticas em salas de aula: caminhando para ação pedagógica. Curitiba, PR: Editora Appris, 2017.
SCHEURICH, J. J.; SKRLA, L. *Leadership for equity and excellence: creating high-achievement classrooms, schools, and districts*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2003.
SERGIOVANNI, T. J.; STARRATT, R. J. *Supervision*: a redefinition. Boston, MA: McGraw-Hill, 1998.
TORRES-VELASQUEZ, D.; LOBO, G. Culturally responsive mathematics teaching and English language learners. *Teaching Children Mathematics, v. 11*, p. 249-255, 2004.
VANTASSEL-BASKA, J.; BASKA, A. Working with gifted students with special needs: A curriculum and program challenge. *Gifted Education Communicator,* v. 35, n. 2, p. 4-27, 2004.
WALLACE, A. F. C. Revitalization movements: some theoretical considerations for their comparative study. *American Anthropologist*, v. 58, p. 264-281, 1956.

Milton Rosa
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) – MG/Brasil
milton.rosa@ufop.edu.br

Daniel Clark Orey
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) – MG/Brasil
oreydeema@gmail.com

O problema didático concreto do diálogo entre tempo escola e tempo comunidade na Educação do Campo

The concrete didactic problem of the dialogue between school time and community time in the field education

Renata Lourinho da Silva
Instituto de Educação matemática e Ciências (IEMCI/UFPA) – PA/Brasil
Renato Borges Guerra
Instituto de Educação Matemática e Ciências (IEMCI-UFPA) – PA/Brasil

RESUMO

Neste trabalho é apresentado o método da engenharia didática reversa objetivando compreender o diálogo entre tempo escola e tempo comunidade na educação do campo. Essa metodologia é assentada sobre os pressupostos teóricos da Teoria Antropológica do Didático, especificamente, sobre a noção de Atividade de Estudo e Investigação que se mostra adequada para a construção de percursos de formação de professores. Resultados teóricos e preliminares apontam a metodologia como potente dispositivo de construção de organizações didáticas para a educação do campo que unificam o tempo escola e tempo comunidade e, em consequência, como dispositivo de formação de professores para a educação do campo.

PALAVRA-CHAVES: Educação do campo. Engenharia didática reversa. Tempo escola e tempo comunidade.

ABSTRACT

It is presented in this work the reverse teaching engineering method in other to understand the dialogue between school timing and community timing in the educational field. This methodology is laid down over the writing presupposition of the teaching anthropological theory, specifically, about study activity notion and investigation that shows proper to teachers training guiding construction. Writing results and preliminaries point out methodology as a powerful tool of construction of teaching organization for rural education which join school timing and community timing and, as consequence, teachers training tool for rural education.

Keywords: Rural education. Reverse teaching engineering. School timing and community timing

Introdução

A importância de relacionar o tempo escola e tempo comunidade de maneira dialógica se faz necessária e fundamental para os cursos de formação inicial e continuada de professores em educação do campo, pois constitui uma das bases que sustentam a educação do campo, segundo as Diretrizes Operacionais para a Educação Básica nas Escolas do Campo (DEOBEC, 2013) quando enfatiza o diferencial do ensino da educação do campo dos demais ensinos regulares.

Nesse contexto, Silva (2015) ao investigar um curso pedagogia da terra, no período de 2010 a 2014, encaminhou algumas diretrizes que devem ser consideradas nos processos de formação docente do campo, dentre as quais, a "necessidade de problematizar as atividades desenvolvidas no tempo-escola e no tempo-comunidade" (SILVA, 2015, p.16).

Gaia (2016) tratando sobre a construção de organizações para o ensino de matemática em uma

Escola Casa da Pesca (CEPE), localizada na ilha de Caracateua, Distrito de Outeiro, Belém/PA, evidenciou a falta de articulação entre saberes escolares e extraescolares, sendo que :

> Em sua ausência se constituem em restrições para o trato do conhecimento como uma totalidade, a ser desvelado em sua essência. Sendo necessária, portanto, a construção e aprofundamento de situações de forma articulada com os conhecimentos e experiências pertencentes ao educando e com as diversas áreas do conhecimento sistematizado e problematizado (GAIA, 2016, p.72).

Em outras palavras, Gaia (2016) destaca que a falta da articulação entre saberes escolares e extraescolares no tempo escola se põe como uma restrição para o estudo das práticas comunitárias[1] desenvolvidas no tempo comunidade pelo educando em ausência do professor.

A necessidade de organizações para o ensino no tempo escola que contemplem a articulação de saberes escolares e extraescolares leva o professor ao encontro do problema concreto de promover a dialógica dos saberes no tempo de estudo. Isso inclui o tempo escola e tempo comunidade, quando ele é designado a ensinar um dado saber específico da escola regular, a matemática, por exemplo.

Esses tipos de situações são tarefas problemáticas que os professores que ensinam na educação do campo devem enfrentar e, talvez por isso, têm sido notados por outros pesquisadores, como Molina e Rocha (2014). Estes pesquisadores afirmam que existem vários problemas com as politicas públicas criadas para a educação do campo e uma delas é a organização do ensino cujo desafio está na busca de diálogos para a concretização das relações entre processos educativos escolares e não escolares.

A problemática tarefa de articulação dialógica entre saberes comunitários e saberes das escolas tradicionais se constitui como a problemática didática primordial dos professores da educação do campo, assim " (...) o desafio dos cursos é buscar o diálogo na materialidade da relação entre as práticas educativas desenvolvidas na escola e as práticas educativas desenvolvidas pela/na comunidade(..) " (MOLINA e ROCHA, 2014, p.243).

Essa problemática não tem resposta simples como alerta Caldart (2009, p. 15), no âmbito da formação de professores, destacando que as discussões simplificadas em torno da dialógica dos saberes contribuem para tornar opaca a complexidade envolvida nessa dialógica. Em suas palavras:

> (..) a necessidade de um 'diálogo de saberes' está em um plano bem mais complexo do que afirmar a valorização do saber popular, pelo menos na discussão simplificada que predomina em meios educacionais e que na escola se reduz por vezes a um artifício didático vazio.

Se interpretamos o artifício didático vazio no sentido dado por Chevallard (2009) sobre o ensino realizado como uma visita a um museu, no qual os saberes são mostrados pelo professor como obras que podem ser belas, e até interessantes, sem que se aponte a que questões elas respondem, então somos levados ao encontro do problema didático do professor na educação do campo. Ou seja, a tarefa de ensinar um dado objeto da escola tradicional necessita construir uma organização para o ensino desse objeto sob a condição de colocá-lo em diálogo com objetos de práticas comunitárias que vivem no habitat da escola do campo.

Esse tipo de problemática é de interesse da Teoria Antropológica do Didático (CHEVALLARD, 1992), daqui em diante TAD, a qual tem como um dos seus principais objetos de

1 As práticas comunitárias se referem as práticas sociais com matemática

estudo a ação do professor em situação com matemática, inclusive nas práticas que, embora sejam realizadas com objetos não matemáticos, somente funcionam com matemática.

Nesse sentido, a TAD se põe como orientação teórica, pois seus dispositivos metodológicos disponibilizam noções teóricas que podem nos permitir construir uma possível resposta ao problema didático concreto para o professor, especificamente o de articular saberes que vivem nas práticas comunitárias que podem ser vistos como saberes matemáticos escolares habitando a escola do campo.

Assim, o objetivo deste artigo é apresentar a engenharia didática reversa como dispositivo de construção de respostas ao problema de articulação de saberes que agem na prática comunitária de construção de práticas socias que vivem no campo, sustentada pelos dispositivos metodológicos da TAD, visando um diálogo entre tempo escola e tempo comunidade, relacionando os saberes das práticas profissionais de trabalho dos riberinhos com os saberes da matemática, vice versa.

A engenharia didática reversa

A TAD considera a educação como um projeto de estudo em que o professor dirige o estudo e os alunos estudam. O ensino é uma parte desse estudo que deve prosseguir fora da escola, com ajuda de pais, parentes e amigos da comunidade desses alunos lhes dando o sentido ao esforço exigido.

Em acordo com Chevallard, Bosch e Gascón (1997) esse protagonismo de alunos com ajuda do professor e agentes extraescolares deve promover o diálogo entre sociedade e escola e com isso ajude a recobrar seu sentido primordial, ou seja, o de levar as jovens gerações a estudar aquelas obras humanas que melhor lhe sirvam para compreender a sociedade em que se dispõem a viver.

A matemática escolar é uma atividade humana que se realiza no interior de uma instituição escolar que, como tal, está condicionada por níveis externos a sala de aula, como o tipo de escola com sua pedagogia. No caso, a da escola do campo, além de níveis mais externos como a sociedade em que essa escola se insere e, não menos importante, pelos modos de vida das atividades instituídos pela cultura dessa sociedade.

Além disso, a TAD compreende as atividades humanas como organizações complexas de saberes que podem ser compreendidas como estruturadas por outras organizações menos complexas, cuja unidade mais simples é denominada de praxeologia. Segundo Chevallard (2009, p. 5),

> (...) o conceito de praxeologia é o cerne da TAD.Esta noção generaliza diferentes noções culturais correntes-aquelas do saber e do saber-fazer(...). A TAD deve ajudar a identificar, sem afetação epistemológico-cultural(este é um conhecimento, este não é, é um simples saber-fazer, etc.) sem julgamento de valor a priori ou posteriori, de toda a estrutura de conhecimento possível.

Essa noção compreende a ação que se faz, chamada de tarefa, de como se faz, chamada de técnica, e o que se pensa sobre o que se faz ou porque que é assim que se faz tal ação, denominado de discurso tecnológico-teórico.

As organizações de saberes são classificadas como organizações praxeológicas e, partindo da mais simples à mais complexa, são denominadas de pontual, local, regional e até global em que várias saberes podem ser vistas como articuladores das praxeologias para atender um dado fim.

Os saberes das disciplinas escolares, bem como os saberes práticos, inclusive os que não são tomados como tais são compreendidos como organizações praxeológicas constituídas de articulações e integrações de praxeologias segundo uma razão humana intencional que lhes dão sentido.

Sob essa compreensão teórica, a resposta à problemática da dialógica entre saberes escolares e de saberes da comunidade é uma organização praxeológica que não assume estruturas definidas a priori, pois depende dos níveis de codeterminação didática ou condicionamentos externos a sala de aula, bem como os condicionamentos que agem no interior da sala de aula, como os conhecimentos dos alunos e do professor, por exemplo.

Assim, torna-se necessário criarmos condições concretas para que a organização praxeológica emerja a partir de atos concretos em situações, pois segundo a TAD, "o ensino e a aprendizagem não é considerado como o ensino e a aprendizagem de ideias, noções ou conceitos, mas como o ensino e a aprendizagem de uma atividade humana situada, realizada em instituições concretas" (BOSCH, CHEVALLARD E GASCÓN, 2005).

Para isso, a TAD encaminha a metodologia de desenvolvimento de Atividades de Estudos e Investigação, daqui em diante AEI, mas que ousamos considerar em termos de um projeto de engenharia (didática) reversa inspirado nas seguintes palavras de Chevallard (2005, p.54):

> Uma linha de investigação que a meu critério, tem acima de tudo a virtude de ser um modelo mental pela oposição ao qual se defini, consistiria em tentar delimitar vantajosamente(particularmente graças a certas economias retropectivas) a génese sociohistórica do saber designado para ser ensinado. Tomando em conta as realizações atuais, seria possivel constituir uma epistemologia artificial como resumo melhorado – isto é, não deixando de lado os becos sem sair, as falhas, mas reimplantando toda a riqueza de desenvolvimentos férteis e por vezes esquecidos da construção histórica do saber (Tradução nossa).

Com isso, o AEI, se diferencia de muitos modelos didáticos que se caracterizam por controlar o processo de ensino e aprendizagem, pois ele se aproxima do meio humano, já que é construído na prática, e os questionamentos nascem das falas dos alunos e são conduzidas pelo professor, que passar a ser o diretor do estudo.

Outra situação mencionada por Chevallard (2009), diz que a construção de uma reunião de AEI com o propósito de se chegar à resposta (R) acaba por se relacionar com outros campos de saberes, que não seja necessariamente os saberes da matemática da escola, o que ele chama por pluridisciplinar, que possibilita a entrada de saberes acadêmico, ou não, que podem estar, ou não, nas disciplinas escolares, já que as repostas para R não estão determinadas a priori.

Portanto, o AEI como método de pesquisa ajuda a entender que o ensino e aprendizagem não são isomórficos, isto é, não acontecem de forma planejada em dias e horas determinados pelo planejamento do professor.É processual, ocorre de forma gradativa ao longo do processo, como assinala Vergnaud(1999), pois a construção do saber é um processo descritivo e analítico. Deve-se ensinar o aluno por construção de conhecimento e não por simples memorização.

Em sintese, o AEI pode evidenciar uma manifestação de *habitus*, pois ele encaminha a construção de percusos e trajetórias, em que geram processos de interiorização e exteriorização dos estudos das obras, de maneira consciente, critica, questionadora, assim como, possibilita a dialética entre a situação e o *habitus* (BOURDIEU ,2002).

Diante disso, a engenharia didática reversa configura-se então em duas fases: a primeira fase é da desconstrução de uma dada prática comunitária, em que é vista como organização praxeológica e com isso, se busca destacar articulações e integrações de praxeologias escolares

e não escolares que confirmam essa prática, de modo a produzir uma compreensão inicial dessa prática, chamada de Modelo Epistemológico de Referência, daqui em diante MER.

A segunda fase consiste na reconstrução dessa prática comunitária, no sentido da transposição didática e, portanto, como a execução de um projeto planejado a partir do MER construído na primeira fase, considerando integrações de saberes escolares e não escolares, inclusive novos saberes não encontrados na primeira fase, mas dentro dos possíveis nessa comunidade de estudo, para torná-la um objeto de ensino questionável. Isto demanda investigações e estudos de obras que não podem ser determinadas a priori, mas que serão demandadas e encaminhadas conforme as necessidades dos estudos pela comunidade, alunos, professores e agentes dessa comunidade.

Nesse contexto, a TAD busca, por meio de questionamentos, as razões de existência das coisas no mundo real, sua inserção em um contexto cultural, histórico e temporal, como é o caso, dos questionamentos sobre a prática comunitária.

Bosch, Chevallard e Gascon (2005, p.3) afirmam que:

> Se quisermos entender (e, portanto, modelar de forma adequada) que tipo de atividade matemática é feita na escola, é preciso conhecer os outros tipos de atividades matemáticas que motivam e justificam o ensino e a aprendizagem da primeira.

De outro modo, o ensino da matemática está subordinado, nessa compreensão, as atividades que se fazem envolvendo objetos reconhecidos pela sociedade, em que se insere essa escola, como objetos matemáticos, pois os saberes matemáticos condicionam e são condicionados por outros saberes.

Para melhor compreendermos essa relação, tomamos a noção de Chevallard (1999) sobre **Transposição Didática e sua relação** com a noção de **ecologia e praxeologia** que colaboram para esclarecer as fases de desconstrução e reconstrução da engenharia reversa. A ecologia encaminha as noções de *habitat* e de nicho, ou seja, como um dado objeto funciona em meio a uma dada prática comunitária.

Primeira fase: A (des)construção da Prática Comunitária

As praxeologias dizem respeito às tarefas e técnicas que o sujeito do campo dispõe para fazer uma dada prática, é um tipo de saber-fazer, aqui compreendida como prática social com matemática. A transposição didática assume o papel de problematizar essa prática de construção para reconstruí-la, possibilitando a criação de praxeologias adaptativas.

Com isso, é preciso discutir as relações entre a ecologia do didático e ecologia do saber que tratam dos estudos das condições em que os saberes funcionam, bem como as ideias de *habitat* e nicho e como estas noções relacionam-se aos estudos dos saberes das práticas comunitárias de trabalho com os saberes da matemática, de modo recíproco.

Para Chevallard (1999), a TAD concebe o problema ecológico como um dos principais motores desta teoria, porque permite analisar as condições que agem sobre as formas de vida de um determinado saber, isto é, avalia questões do modo mais gerais como também dentro de um eixo-específico. Reflete sobre as razões de existência das coisas, como por exemplo, a realização de uma prática comunitária.

O problema ecológico, portanto, debruça-se sobre os questionamentos da real existência, ou inexistência, do saber nas instituições, ou seja, a ecologia do saber analisa o processo da origem do saber, como ele se mantém vivo e como é que ele deixou de existir em uma determinada instituição.

Além disso, a ecologia do saber promove diálogos entre os saberes escolarizáveis e não escolarizáveis (CHEVALLARD, 2009). Os saberes escolarizaveis dizem respeito aos saberes escolares que são ensinados nas escolas, que se expressam na forma de textualização que acontece a partir de um processo de despersonalização, discrentização, publicidade e programabilidade para ser ensinado, ou ainda que se encontre em estado de proto saberes ou para saberes, no sentido de práticas culturais não ensinadas, mas aprendidas e que podem a vir ser tornar um saber para ser ensinado. Enquanto isso, os saberes não escolarizavéis são saberes que não são possíveis de ser ensinados na escola, são saberes aprendidos no meio sociocultural como saberes práticos no sentido de Bourdieu (2002), em geral, repassada de geração a geração, e aprendidos por imitação sem questionamentos, apenas incorporados.

Os saberes não escolarizáveis, segundo Chevallard (2009, p. 68) classificam-se em saberes totais, pessoais e impíricos.

> [..] Os saberes totais dizem respeito a pretensão de totalidade, eles se opõem aos procedimentos analíticos; suas aprendizagens também resisti a programação organizada e seqüências progressivas. Os pessoais estão ligados com as pessoas, por definição insubstituível e os empíricos por sincretismo podem levar à aquisição do saber global e pessoal, através de meios intuitivos de familiaridade mimética, pois sem nunca saber precisamente quando se aprender ou exatamente o que é aprendido, como por exemplo, sabemos exatemente quando aprendemos a falar, a escutar, a fazer piadas etc [...] (Tradução nossa).

Assim, em geral, esses saberes totais, pessoais e impiricos, se fazem presentes nas práticas comunitárias, embora cada campo possua suas leis e normas especificas adquiridas que são adquiridas pelos seus sujeitos em processo de interiorização e exteriorizadas no enfrentamento de situações desse campo, mas com adaptações pessoais o que forma o habitus individual e grupal, no sentido dado ao habitus ser tanto individual como coletivo[2] por Cherques (2006).

Por exemplo, na prática de construção do matapi na comunidade de Pacui de Cima, no município de Cametá-PA, observamos a presença de saberes não escolarizavéis como o saber de classificar um matapi como "matapi Panema". Este tipo de matapi se caracteriza pela baixa captura de camarões quando comparado com outros matapis, portanto, parece que somente é possível classificar um matapi como matapi panema em situação de uso. Embora, por processo empírico se possa designar um matapi como matapi panema, não há explicações da comunidade como não construí-los intencionalmente e, com isso, é imputado pela comunidade a boa qualidade do matapi, ou seja, não panema, ao seu construtor o que torna esse saber de construtor um saber pessoal.

Os saberes empíricos referem o que se aprende por mimetismo, por exemplo, sobre captura do camarão da comunidade de Pacuí de Cima, o saber do horário de captura do camarão no rio ser a noite e não durante o dia, enquanto no igarapé acontece em qualquer horário. O saber da distância entre os dois cones do matapi parece ser outro saber aprendido por mimetismo.

Diante disso, a ecologia assume um papel primordial para a compreensão do diálogo entre tempo escola e tempo comunidade nos cursos de formação de professores para o campo, pois ela possibilita o estudo de possíveis relações dos saberes da cultura, da escola e outros, que se relacionam a ideia de habitat e nicho que são noções fundamentais para o desenvolvimento da engenharia didática reversa.

---

2 O *habitus* é tanto individual quanto coletivo, isto é, é um princípio gerador e unificador de uma coletividade, ele retraduz as características intrínsecas e racionais de uma posição e estilo de vida unitário[..](CHERQUES, 2006, p.9

A ecologia do saber corresponde à vida dos saberes nas instituições sociais. Assim, *Habitat* é o meio que afeta e é afetado por um saber e, por isso, transforma e se transforma com esse saber. Pode levar a morte ou desenvolvimento desse saber transformado. Tomando como exemplo, uma prática comunitária como a da construção do matapi questiona-se como o matapi vive no habitat da prática profissional de trabalho do ribeirinho? Quais condições e restrições vive essa prática na comunidade de Pacuí de Cima?

O questionamento anterior está associadao a noção de nicho, ou seja, do papel funcional de uma prática no seu Habitat. Assim, por exemplo, a prática de medição torna possível a construção do matapi, pois permite dimensionar objetos a serem manipulados nos práticas indispensáveis para o Habitat de construção e (re) construção artesanal do matapi.

A ecologia do saber, portanto, tem o propósito de questionar o saber existente nas práticas no interior e no exterior da sala de aula, o que possiblita a articulação do tempo escola e o tempo comunidade. Nesse contexto, os questionamentos realizados a problemática ecológica levam ao processo da Transposição Didática do saber (CHEVALLARD, 2009).

A segunda fase: A Transposição didática da Construção da Prática

A transposição didática de um saber somente é possível se esse saber for ser tornado em objeto de ensino, o que não ocorre com os saberes totais, saberes pessoais e saberes empíricos. Assim, por exemplo, a transposição didática de uma prática comunitária como a da construção do matapi considera os saberes que podem ser ensinados que são uteis e indispensáveis, sob certas condições, para as articulações e integrações que permitem ensinar a construir um matapi que respondam as intenções, além das naturalizadas na cultura dos pescadores de camarão.

Diante disso, por exemplo, sobre a prática de construção do matapi, poder-se-ia ter como questionamento orientador da transposição didática a busca de saberes assegurando que o matapi construído pela organização praxeológica obtida não seja um matapi panema.

É preciso, então, destacar que pode acontecer de o funcionamento de um saber ocorrer somente com a presença de saberes não escolarizáveis, mas que são aprendidos pelos alunos nas comunidades. A dispensabilidade dos saberes não escolarizáveis é a apoteose dos teóricos, pois quando isso é possível, a prática passa a ser vista como produto da teoria e como tal pode ser algoritmizada para o ensino, por exemplo, as práticas intramatemáticas que são ensinadas nas escolas.

As organizações praxeológicas das práticas sociais apresentam, em geral, dois tipos de praxeologias: as completas e as incompletas. Na praxeologia completa tem-se o bloco prático-técnico (tarefas e técnicas) e a presença de um bloco tecnológico-teórico que pode fazer parecer a prática como produto de uma teoria. As praxeologias incompletas são desprovidos de uma teoria acadêmica e portanto se podem ser reduzidas ao bloco prático-técnico com discurso a justifica por seu sucesso.

Chevallard (1999) esclarece que não não há saberes inferiores ou superiores, apenas saberes e cada um assume um tipo de função especifica que depende da instituição, onde se apresenta. Nesse sentido, as praxiologias são uma forma de expressão (e incorporação) de um determinado saber.

Nesse contexto, a transposição didática é realizada na escola para a escola no sentido da transposição didática inversa em que o saber é transposto para o autoconsumo da escola e que se diferencia do saber transposto da academia para escola cuja razão de ser, em geral, se encontra esquecida ou desconhecida no ensino.

Nas práticas profissionais de trabalho do ribeirinho da comunidade de Pacuí de Cima, por exemplo, as práticas são produzidas e desenvolvidas com diferentes tipos de tarefas e técni-

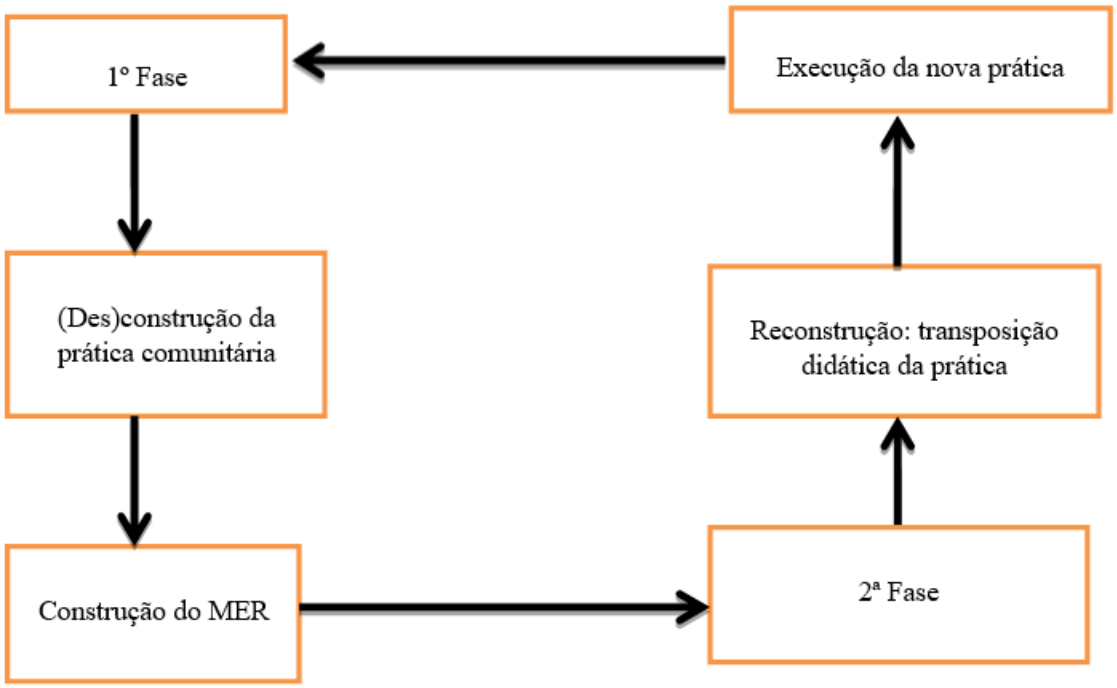
cas que são realizadas pela comunidade ou por um construtor em particular, o que faz que para cada tipo de tarefa tenha-se uma ou mais tipos de técnicas, muitas não encontradas na escola.

Nessa comunidade, entre as tarefas usadas na construção do matapi tradicional encontramos: tarefas da linguagem corrente(CHEVALLARD, 2009), do tipo "ir ao mato para buscar a tala"; "ir ao mato para buscar breu, que é um leite de cor escurecido extraído da árvore de ananinzeiro e que diferentemente da seringueira não precisa de corte, é usado para dá maior resistência na armação das talas da lingua do matapi (funil) ou ainda as técnicas de escolha de corte feito na tala, o tipo de tala usado para fabricar o matapi, instrumentos utilizados para as tarefas de medições, o tipo de armação que deve ser feito para a lingua do matapi, etc. Essas tarefas são vitais para a vida praxeológica escolares no Habitat das praxeologias de construção do matapi e demandam especial atenção da comunidade de estudo no processo de transposição didática.

A tarefa de transposição didática para atender uma intencionalidade de ensino é complexa e pode encaminhar uma resposta praxeológica que atende um modelo epistemológico distinto do modelo epistemológico inicial encontrado na primeira fase.

A seguir mostramos um esquema que representa as fases da engenharia didática reversa:

Figura 1: fases da engenharia didática reversa



Fonte: elaborado pelos autores.

Essa compreensão nos leva a postular que o uso da engenharia didática reversa promove o diálogo entre tempo escola e tempo comunidade, de modo a tornarem-se um só tempo, o tempo do AEI, para a compreensão da prática comunitária como uma organização praxeológica que responde a diferentes questionamentos, contribuindo de algum modo para a qualidade de vida dos povos que vivem no campo no sentido da criação de condições para o seu desenvolvimento no campo como refere Molina e Rocha (2014), Caldart (2009), no sentido da necessidade de se construir projetos de desenvolvimento para o campo.

Conclusão e encaminhamentos futuros

Sob o olhar metodológioco da engenharia didática reversa como um AEI adaptado, fundamentado na TAD, a construção de uma resposta ao problema didático concreto que o professor tem que enfrentar no exercício da profissão na escola do campo se coloca como um percurso de formação inicial e continuada de professores para a educação do campo.

As práticas comunitárias do campo se constituem como atividades humanas regidas por regras dos saberes socioculturais, que podem ser alcançáveis, de algum modo, por meio da engenharia didática reversa que contribuem com o desenvolvimento do diálogo entre tempo escola e tempo comunidade, de modo a se mostrar como um único tempo.

Parece claro que a engenharia didática reversa encaminha estudos multidisciplinares, com mobilização de saberes da cultura e de diferentes saberes escolares o que pode implicar questionamentos sobre possíveis rigidez do currículo da educação do campo. Segundo a TAD um saber não deve ser analisado de forma isolada e sim articulado com a história de vida de outros saberes, que viveram ou vivem em um determinado espaço social, assim como, suas razões de sobrevivência nesse espaço.

Nesse sentido, a engenharia didática reversa impõe uma dialética entre o velho e novo saber em uma instituição, seguindo em suas duas fases, os seguintes aspectos.

1- questiona os saberes culturais, por exemplo, sobre qual a finalidade da prática comunitária em estudo, do porquê dos recursos materiais mobilizados, processos de construção dessa prática segundo os seus construtores e usuários, quando e como se usa essa prática e sua relação com a finalidade e construção.

2- Realiza as possíveis leituras das técnicas culturais presentes nas práticas a partir dos saberes matemáticos da escola, destacando suas tarefas e suas técnicas.

3-Constrói relações recíprocas entre (1) e (2) que permitam encaminhar a reconstrução dos saberes como num processo de Transposição Didática Inversa, no sentido de que a organização praxeológica seja construída na escola e seu entorno para a própria escola. Portanto, que a transposição didática seja dotada de uma razão de ser para a escola e seu entorno.

O produto praxeológico da engenharia reversa sobre a construção de uma prática comunitária pode ser vista como uma praxeologia da matemática mista (CHEVALLARD , 2013) como sendo o contato com o mundo concreto que se articula com a matemática, por exemplo, por trás de um problema de geometria prática, existe um problema de geometria teórica, ou seja, existe uma mistura, uma hibridização: “Como medir um diâmetro da tabua na teoria circular da mesa? E com isso, concluir que (...) de tal maneira, atrás do problema de geometria prática, tem um problema de geometria teórica” (CHEVALLARD, 2013, p. 46- 48).

Em outras palavras, Chevallard (2013, p. 58) ressalta que: “ Pensar em termos de matemática mista, em primeiro lugar, ir para o cantato com o mundo, não ter medo de conviver com ela, procurar por essa miscigenação(...) o que chamo de Organização Matemática Mista (OMM), é fruto de semelhante hibridização (...)”.

Para além disso, Chevallard (2013) diz que a matemática mista requer bastantes esforços para que impulsione a perfeição das ciências e das artes, como a escultura das pedras, as ciências dos relógios de sol. Sua origem está na ciência da Grécia antiga, desenvolveu-se sob a égide da revolução cientifica dos séculos XVII e XVIII, relacionada aos trabalhos de Isaac Newton.

Em publicações futuras mostraremos resultados alcançados sobre os estudos do problema didático concreto sobre a dialógica do tempo escola e tempo comunidade envolvendo a prática de construção do matapi, na comunidade de Pacuí de Cima, localizada no município de Cametá, no interior do Pará, contemplando a formação inicial e continuada de professores para

a educação do campo, tendo em conta a melhoria da prática de construção desse instrumento de modo a ir ao encontro dos objetivos da educação do campo, especificamente, o de melhorar a qualidade de suas práticas de trabalho, no sentido do desenvolvimento de construções de matapis que atendam diferentes questões sobre as demandas do trabalhador da pesca de camarões do campo, como mencionado pelas os DEOBEC (2013), Molina e Rocha (2014), Lima (2017).

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Conselho Nacional da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. 562pdisponívelem<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=-13448-diretrizes-curiculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 20 mar. 2018.

BOSCH, Marianna; YVES, Chevallard; GASCÓN, Josep. **Science or Magic? The use of models and theories in didactics of mathematics.** 2005

BOURDIEU, Pierre. **A dominação masculina.** Tradução Maria Helena Kuhner. 2ª edição. Rio de janeiro: Bertrand, Brasil. 2002.

BOURDIEU, Pierre. **As regras da arte: gênese e estrutura do campo literário**.Tradução Maria Lucia Machado.São Paulo: companhia das letras, 1996.

CHERQUES, Hermano Roberto Thiry. **Pierre Bourdieu**: a teoria na prática. RAP. Rio de janeiro. 2006.

CHEVALLARD, Yves. A análise das práticas na teoria antropológica da didactico1 de ensino. **Recherches em Didactique des mathématiques**, v. 19, n. 2, p. 221-266, 1999.

CHEVALLARD, Yves. **La transposição didática.** 3 ed. Buenos Aires: Aique grupo, 2009.

CHEVALLARD, Yves. **La TAD face au professeur de mathématiques.** Toulouse. 2009.

CHEVALLARD, Yves. **La Matemática en la escuela: Por una revolución epistemológica y didáctica.** 1ª ed.Buenos Aires: Libros del Zorzal, 2013

CHEVALLARD, Y.; BOSCH, M. Ostensivos e sensibilidade aos ostensivos na atividade matemática. **Recherches en Didatique des M athématiques,** França, v.19, n.1, p.77-124, 1999.

CHEVALLARD, Y. La notion d´ingénierie didactique, un concept à refonder. Questionnement et élémentos de réponses à partir de la TAD. in Margolinas et all.(org.) : En amont et en aval des ingénieries didactiques, XVª École d´Été de Didactique des Mathématiques – Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme). Recherches em Didactique des Mathématiques. Grenoble : La Pensée Sauvage, , v. 1, p. 81-108, 2009.

CHEVALLARD, Y. Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 12/1, p. 73-111, 1992.

CHEVALLARD, Y; BOSCH, M. ; GASCÓN, J.. **Estudiar Matemáticas: O El eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizage. Editorial Horsori. Primera edición I.C.E Universitat Barcelona.** Enero.1997

CALDART, Roseli Salete. Educação do campo: notas para uma análise de percurso. **Trabalho de educação,** Rio de Janeiro, v.7, nª1, p.15 a 64, maio/junho 40 de 2009. Disponível em: https://pt.slideshare.net/pibidsociais/caldart. Acesso no dia 25 de maio de 2017

GAIA, Carlos Alberto Assunção. **Práticas com Matemáticas na Educação do Campo:** o caso da redução à unidade na Casa Escola da Pesca. 185f. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação e Matemática e Cientifica, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Belém, 2016. Disponível em: < http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/8929/1/Tese_PraticasMatematicasEducacao.pdf> . Acesso em: 19 fev. 2018.

LIMA, Natamias Lopes de Lima. **Questões Epistêmicas**: historiográficas sobre a Educação do campo no Brasil. Belém/PA. 2017. Disponível em: <http://ppgedufpa.com.br/arquivos/File/natamias.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2018.

MOLINA, Mônica C.; Rocha, Maria Isabel Antunes. Educação do campo: história, práticas e desafios no âmbito das políticas de formação de educadores – reflexões sobre o pronera e o procampo. **Revista Reflexão e Ação,** Santa Cruz do Sul, v.22, n.2, p.220-253, jul./dez.2014. Disponível http://online.unisc.br/seer/index.php/reflex/index Acesso em: 22 abr. 2018.

MORAES, Sergio Cardoso de. Saberes da pesca: **uma arquiologia da ciência da tradição**. Natal. 2005. Disponível em: <ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/SergioCM.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2018.

SILVA, Fábio Dantas. Curso pedagogia da terra: uma análise do processo de formação de educadores do campo na Bahia. In: 37ª REUNIÃO NACIONAL DA ANPED, 2015. Florianópolis. **Anais**...Florianópolis/SC: UFSC, 2015. Disponível em: <http://37reuniao.anped.org.br/wp-content/uploads/2015/02/Trabalho-GT03-3542.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2018.

VERGNAUD, G. La teoría de los campos conceptuales. C**nrs y université rené descartes: Recherches en didáctique des mathématiques**, v. 10, n. 2-3,1990, p. 133-170. Disponível em: <http:// fundesuperior.org/articulos/pedagogia/teoria_campos_conceptuales.pdf>. Acesso: 11 jul. 2015.

Renata Lourinho da Silva
Instituto de Educação matemática e Ciências - EMCI/UFPA
E-mail: renatalaurinhodasilva@yahoo.com.br

Renato Borges Guerra
Instituto de Educação Matemática e Ciências-IEMCI-UFPA
E-mail: rgufpa@gamil.com

Etnomatemática no Garimpo: contribuições para o ensino de Matemática na perspectiva da Resolução de Problemas

Ethnomathematics in the Garimpo: contributions to the teaching of Mathematics in the perspective of troubleshooting

Freudson Dantas de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – RN/Brasil
Francisco de Assis Bandeira
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) - RN/Brasil

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo apresentar as contribuições pedagógicas de uma pesquisa de Mestrado que foi desenvolvida em dois garimpos localizados na zona rural do município de Parelhas, no Estado do Rio Grande do Norte - RN, para o ensino e aprendizagem de Matemática na Educação Básica. Foram investigados, à luz da Etnomatemática, um grupo de garimpeiros que desenvolvem as atividades de extração e comercialização de minerais, visando identificar nos saberes e fazeres desses trabalhadores, os conhecimentos etnomatemáticos adquiridos dentro desse universo sociocultural. A partir das análises dos dados coletados, foi elaborado um Produto Educacional (Caderno de Atividades) que fora aplicado em uma turma da terceira série do Ensino Médio da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, localizada na cidade de Parelhas/RN, sob a ótica da metodologia de ensino e aprendizagem por meio da Resolução de Problemas. Como resultado da intervenção, os alunos passaram a ter uma participação ativa e efetiva na construção dos conceitos matemáticos durante o processo de resolução das situações-problema inerentes ao contexto sociocultural do garimpo, compreendendo e valorizando as diferentes formas de entender e lidar com as matemáticas que se manifestam em ambientes extraescolares.

Palavras-chave: Etnomatemática. Contexto Sociocultural. Ensino de Matemática. Resolução de Problemas.

ABSTRACT

The present article aims to present the pedagogical contributions of a Master ‘s research that was developed in two mines located in the rural area of the municipality of Parelhas, State of Rio Grande do Norte - RN, for the teaching and learning of Mathematics in Basic Education. In the light of ethnomathematics, a group of prospectors who developed mineral extraction and commercialization activities were investigated in order to identify the ethnomathematics knowledge acquired in this sociocultural universe. Based on the analysis of the data collected, an Educational Product (Activity Notebook) was developed and applied to a group of the third year of High School of the State School Monsenhor Amâncio Ramalho, located in the city of Parelhas / RN, under the perspective of teaching and learning methodology through Troubleshooting. As a result of the intervention, students started to have an active and effective participation in the construction of mathematical concepts during the process of solving the problem situations inherent in the socio-cultural context of the mining, understanding and valuing the different ways of understanding and dealing with mathematics that are manifested in out-of-school settings.

Keywords: Ethnomathematics. Sociocultural Context. Mathematics Teaching. Troubleshooting.

Introdução

Visando contribuir com a produção de materiais acadêmicos voltados para o ensino e aprendizagem de Matemática no âmbito da Educação Básica, com a valorização dos saberes e fazeres provenientes dos conhecimentos empíricos de determinados grupos socioculturais, apresentaremos neste artigo, um estudo que centrou-se na investigação, à luz da Etnomatemática, dos conhecimentos matemáticos que são utilizados por um grupo de garimpeiros que desenvolvem as atividades de extração e comercialização de minerais em dois

garimpos localizados na zona rural da cidade de Parelhas/RN.

A cidade de Parelhas, fica localizada na mesorregião Central Potiguar e na microrregião Seridó Ocidental do Estado do Rio Grande do Norte (Ver Figura 1), distante 245 quilômetros da capital do Estado, Natal-RN e sua população é de aproximadamente 20.354 habitantes (BRASIL, 2010).

Figura 1 – Mapa de localização da cidade de Parelhas/RN

Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998), os movimentos de reorientação curricular em Educação Matemática que vêm ocorrendo mundialmente, inclusive no Brasil, ainda não tiveram força suficiente para mudar a prática do ensino tradicional de Matemática, sendo comum o emprego de técnicas voltadas para o processo de memorização, em que os alunos são treinados para armazenar informações algorítmicas de forma mecânica, sem nenhuma ligação com o contexto social, cultural, econômico e ambiental existente fora do ambiente escolar. Em nosso país, o ensino de Matemática ainda é marcado pelos altos índices de retenção, pela formalização precoce de conceitos, pela preocupação excessiva com os treinos repetitivos, mecânicos e sem compreensão (BRASIL, 1998).

Conforme aponta Bandeira (2016, p. 77), as consequências dessa

> [...] prática educacional levam os alunos a acreditarem que a aprendizagem de matemática se dá através de um acúmulo de fórmulas e algoritmos, que não é uma construção realizada pela humanidade, que não tem nada a ver com suas vidas, que é um corpo de conceitos verdadeiros, estáticos e neutros do qual não se duvida ou questiona.

Diante dessa realidade, muitos alunos passam a encarar a Matemática como algo muito complexo, pois é preciso um grande esforço mecânico para decorar letras, números e fórmulas para conseguir êxito nos modelos tradicionais de avaliação; nesse aspecto, podemos entender tamanha aversão desses alunos à disciplina de Matemática.

Para Dalto e Silva (2018), a Educação Matemática tem se preocupado, entre outras questões, em investigar e implementar estratégias de ensino em que o aluno passe a ser um sujeito mais ativo, responsável por sua aprendizagem, sendo o professor, um orientador durante

a execução das atividades. Dentre essas estratégias, apresentam-se algumas alternativas para o ensino da Matemática, como: Resolução de Problemas, Investigação Matemática, Modelagem Matemática, História da Matemática, Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação e a Etnomatemática. Todas elas têm sido apontadas como alternativas pedagógicas mais preocupadas com os alunos, buscando meios que favoreçam a aprendizagem do discente e desenvolvam sua capacidade de pesquisar, buscar conhecimentos e pensar.

Dentre essas alternativas, priorizamos a Etnomatemática por ser a mais adequada aos nossos objetivos de pesquisa, pois, como proposta pedagógica, esse campo do conhecimento tem vários objetivos, citaremos apenas dois deles: o primeiro, desmistificar uma forma de conhecimento matemático como sendo final, inquestionável, absoluto e neutro; e o segundo, ilustrar realizações intelectuais de várias civilizações, culturas, povos, profissões, gêneros, ou seja, compreender que pessoas reais em todas as partes do mundo e em todas as épocas da história desenvolveram ideias matemáticas porque elas precisavam resolver os problemas vitais de sua existência diária (D'AMBROSIO, 2002).

Nessa perspectiva, torna-se necessário o estudo de propostas de ações pedagógicas que possam contribuir para uma melhoria no ensino-aprendizagem de Matemática, principalmente na Educação Básica, em que se constatam vários obstáculos no processo de formação dos conceitos matemáticos.

Propomos como alternativa para minimizar essas dificuldades, bem como desmistificar a ideia prévia que os alunos trazem sobre a Matemática, de que a aprendizagem se dá por meio de um acúmulo de fórmulas e algoritmos, a elaboração de um Produto Educacional, um Caderno de Atividades com situações-problema contextualizadas, oportunizando aos alunos trabalhar com questões inerentes a um contexto sociocultural, compreendendo que a Matemática pode estar presente em várias situações do nosso dia a dia, assim como no garimpo, nas atividades de extração e comercialização dos minerais.

Nesse enfoque, iniciaremos o presente artigo, abordando a Etnomatemática como campo de conhecimento. Posteriormente, iremos discorrer acerca da Etnomatemática e sua dimensão educacional. Em seguida, falaremos da Resolução de Problemas como perspectiva para o ensino de Matemática. Logo após, apresentaremos os procedimentos metodológicos da pesquisa. Dando continuidade, apresentaremos a aplicação e análise da proposta de ação pedagógica, as considerações finais e, por fim, traremos as referências consultadas para o presente artigo.

A Etnomatemática como campo de conhecimento

O percurso da Etnomatemática como campo de conhecimento teve início com as ideias de Ubiratan D'Ambrosio, no ano de 1975, ao discutir, no contexto do cálculo diferencial, o papel desempenhado pela noção de tempo nas origens das ideias de Isaac Newton. Na ocasião, D'Ambrosio menciona que, utilizou o prefixo etno como significado mais amplo do que o restrito à palavra etnia, sendo este pesquisador posicionado como aquele que instituiu a Etnomatemática como uma perspectiva da Educação Matemática (KNIJNIK et al., 2012).

Para Knijnik et al (2012), apesar de a Etnomatemática procurar romper as fronteiras fortemente demarcadas da escola, seu interesse teve, e ainda tem como horizonte a Matemática escolar. No entanto, essa Matemática não é entendida como um mero conjunto de conteúdos e métodos a serem transmitidos aos estudantes de modo a oportunizar o desenvolvimento de seu raciocínio lógico, mas sim de uma disciplina diretamente implicada na produção de subjetividade, dando sentido às nossas vidas e às coisas do mundo.

Corroborando esse pensamento, D'Ambrosio (2015, p. 42-43) afirma que a proposta da Etnomatemática não pretende rejeitar a Matemática acadêmica:

> [...] não se trata de ignorar nem rejeitar a matemática acadêmica, simbolizada por Pitágoras. Por circunstâncias históricas, gostemos ou não, os povos que, a partir do século XVI, conquistaram e colonizaram todo o planeta, tiveram sucesso graças ao conhecimento e comportamento que se apoiava em Pitágoras e seus companheiros da bacia do Mediterrâneo. Hoje, é esse conhecimento e comportamento, incorporados na modernidade, que conduz nosso dia-a-dia. Não se trata de ignorar nem rejeitar conhecimento e comportamento moderno. Mas sim, aprimorá-los, incorporando a ele, valores de humanidade, sintetizados numa ética de respeito, solidariedade e cooperação.

D'Ambrosio (2015) aponta distintas maneiras de um saber-fazer matemático na busca de lidar com o ambiente imediato e remoto, algumas privilegiam comparar, classificar, quantificar, medir, explicar, generalizar e inferir. Constatamos que tais maneiras estão presentes no saber/fazer do garimpeiro em sua atividade laboral, no uso cotidiano das ferramentas, materiais e até mesmo nas técnicas que são próprias à sua cultura, como podemos observar, na Figura 2, que mostra umas das atividades que são realizadas no garimpo, os garimpeiros separando e classificando os minérios.

Figura 2 - Garimpeiros realizando a separação e classificação do minério

Fonte: Arquivo dos autores

Ainda conforme esse autor, um enfoque etnomatemático está sempre ligado a uma questão maior, de natureza ambiental ou de produção, e raramente se apresenta desvinculado das manifestações culturais, tais como arte e religião. Diante do exposto, D'Ambrosio (2015, p. 9) conceitua a Etnomatemática como

> [...] a matemática praticada por grupos culturais, tais como comunidade urbanas e rurais, grupos de trabalhadores, classes profissionais, crianças de uma faixa etária, sociedades indígenas e tantos outros grupos que se identificam por objetivos e tradições comuns aos grupos.

Nesse perspectiva, reconhecendo os garimpeiros investigados como membros de uma cultura própria dessa classe de profissionais e diante do conceito de Etnomatemática exposto anteriormente por Ubiratan D'Ambrosio, nossa pesquisa buscou identificar a Matemática utilizada no contexto sociocultural do garimpo no processo de extração e comercialização dos minerais, o que nos auxiliou na elaboração de uma proposta de ação pedagógica, um Caderno de Atividades com situações-problema contextualizadas, envolvendo as atividades cotidianas dos garimpeiros observados, a qual iremos abordá-la no item *aplicação e análise da proposta de ação pedagógica.*

Etnomatemática e sua dimensão educacional

Para Vergani (2007), na década de 1960 a atitude *internalista* predominava nos métodos tradicionais de ensino de Matemática, isto é, a justificativa dos programas centrava-se em uma coerência creditada pelos próprios conteúdos selecionados. Dizia-se aos alunos, por exemplo: *você está estudando as sucessões porque elas irão facilitar mais tarde o estudo das séries e das integrais.* O conjunto de partida e o de *chegada* da validação dos conteúdos era a própria Matemática, sempre que se explicava um critério justificativo. Hoje em dia, ainda é possível observar essas atitudes internalistas dentro das salas de aula, onde muitas vezes os professores, desprovidos de uma preparação adequada, justificam seus conteúdos dentro do próprio componente curricular, a Matemática, deixando os alunos com as mesmas dúvidas, *por que estou estudando esse assunto*? Nesse contexto, é notório o enfraquecimento do espírito crítico e criativo, perda da autoestima, bloqueios e frustações com a aprendizagem de Matemática.

Conforme Vergani (2007), o conhecimento matemático adquire validade à medida que se integra, localmente, em um grupo humano. A Matemática, modelizando situações ou estruturando problemas, faz parte do diálogo vital que o homem tem com o meio. A educação Etnomatemática é um processo antropológico que veicula o estudo de técnicas, modos, artes e estilos de explicação, compreensão, aprendizagem, decorrentes da realidade tomada em diferentes meios naturais e culturais. A autora enfatiza ainda o potencial que a Etnomatemática desenvolve como prática escolar, através de "uma metodologia culturalmente dinâmica, um enraizamento na realidade local, uma observação das práticas comportamentais e uma ação autenticamente sociossignificativa" (VERGANI, 2007, p. 25).

Dessa forma, parafraseando Vergani (2007), a Etnomatemática se descentraliza das referências habituais de um currículo uniforme ao qual a população escolar é obrigada a se conformar. Está consciente da necessidade de formar jovens capazes de se integrar num mundo globalizante, mas sem deixar de reconhecer os valores socioculturais específicos do meio no qual se inserem.

A educação, nessa transição, não pode focalizar a mera transmissão de conteúdos obsoletos, na maioria das vezes desinteressantes, inúteis e inconsequentes na construção de uma nova sociedade. O que podemos fazer para nossos alunos é oferecer os instrumentos comunicativos, analíticos e materiais para que possam viver, com capacidade crítica, numa sociedade multicultural e impregnada de tecnologia (D'AMBROSIO, 2015). D'Ambrosio (2015, p. 81) acrescenta ainda que,

> A educação formal, baseada na transmissão de explicações e teorias (ensino teórico e aulas expositivas) e no adestramento em técnicas e habilidades (ensino prático com exercícios repetitivos), é totalmente equivocada, como mostra os avanços mais recentes de nosso entendimento dos processos cognitivos. Não se pode avaliar habilidades cognitivas fora do contexto cultural. Obviamente, capacidade cognitiva é própria de cada indivíduo. Há estilos cognitivos que devem ser reconhecidos entre culturas distintas, no contexto intercultural, e também na mesma cultura, no contexto intracultural.

De acordo com D'Ambrosio (2008), a Etnomatemática propõe uma pedagogia viva, dinâmica, de fazer o novo em resposta às necessidades ambientais, sociais, culturais, dando espaço à imaginação e à criatividade. Nesse sentido, a Etnomatemática possibilita analisar e observar as práticas matemáticas contextualizadas em diversos povos e comunidades, contribuindo teoricamente para o reconhecimento de uma Matemática produzida em contextos distintos.

Diante disso, consideramos que os alunos terão mais interesse por Matemática se tiverem a oportunidade de trabalharem seus conceitos em situações-problema que envolvam atividades do cotidiano, sendo motivados a buscarem soluções para as questões propostas, despertando, dessa forma, o interesse pelo componente curricular matemático. À escola caberia, portanto, trazer a realidade do aluno, para, através do conhecimento matemático (acadêmico), examinar, explorar e fazer essa ligação com o contexto sociocultural (KNIJNIK et al., 2012).

A Resolução de Problemas como perspectiva para o ensino de Matemática

A necessidade atual de desenvolver, no âmbito da Educação Matemática, competências de ensino que privilegiem a motivação dos alunos e a capacidade de aprender a aprender como uma forma de garantir a sua adaptação aos desafios que a sociedade do conhecimento lhes coloca, justifica a necessidade de promover em contexto escolar o ensino de Matemática por meio de problemas[1] (SMOLE, 2017).

A própria História da Matemática mostra que ela foi construída como resposta a perguntas provenientes de diferentes origens e contextos, motivadas por problemas de ordem prática para atender as necessidades apresentadas em cada época, ou seja, sempre que o homem se deparava com problemas que não conseguia resolver, buscava meios e estratégias para encontrar as soluções diante de questões de diversas naturezas como, divisão de terras, plantios, construções, navegações, além problemas vinculados a outras ciências, como a Física e a Astronomia. Desse modo, desde o princípio, a Matemática sempre esteve relacionada às situações-problema do cotidiano (BRASIL, 1998).

Conforme Souza e Nunes (2007), o problema deve ser olhado como um elemento que pode disparar um processo de construção do conhecimento centrado no aluno, que constrói os conceitos matemáticos à medida que elabora e aplica as estratégias para resolução dos problemas, sendo o professor responsável pela mediação e formalização desses conceitos.

Nessa perspectiva, acreditamos que a escolha de problemas geradores, apresentados dentro de um contexto do cotidiano desses alunos e trabalhados através da metodologia de ensino por meio da Resolução de Problemas, pode despertar o interesse e a curiosidade dos estudantes.

Segundo Leal Júnior e Onuchic (2015), para evitar problemas de cunho metodológico, o docente necessita de muitos estudos, preparações e conhecimentos sobre a classe/turma onde atua, para não propor problemas fora de contexto e muito além das condições de resolução dos estudantes. Para isso, deve-se levar em consideração os conhecimentos e as experiências que os estudantes adquirem em situações semelhantes vivenciadas no cotidiano, contribuindo, dessa forma, para um processo de ensino e aprendizagem que regaste os conhecimentos prévios desses alunos.

Diante disso, Leal Júnior e Onuchic (2015) buscam afastar-se do ensino distante da realidade dos alunos, sem dar sentido à sua aprendizagem, evitando a simples representação de conceitos e o decorar de fórmulas e conteúdos. Para esses autores, ensinar um conteúdo sem a base necessária à sua formalização e seu entendimento, causa profundo prejuízo ao ensino

1 Estamos considerando o conceito de problemas de acordo com as concepções de Onuchic e Alevatto (2011, p. 81), onde problema é "tudo aquilo que não se sabe, mas que se está interessado em fazer".

e aprendizagem, visto que os alunos não se sentirão motivados, por não ter a oportunidade de aplicar os conhecimentos formalizados em uma situação real do cotidiano.

Portanto, a Etnomatemática dialoga com a Resolução de Problemas, como metodologia para o ensino de Matemática, em virtude de poder proporcionar o contexto para elaboração das situações-problema que serão trabalhadas no processo de ensino-aprendizagem dos conceitos matemáticos.

Nesse sentido, entendemos que os alunos, partindo de situações-problema que sejam trabalhadas de acordo com o contexto local, de questões práticas e relevantes de uma comunidade específica, no caso de nossa pesquisa, o contexto do garimpo, poderão desenvolver sua autoconfiança, ampliar seu olhar para uma Matemática além de fórmulas e cálculos, bem como, compreender e aplicar os conceitos apropriados em outros contextos.

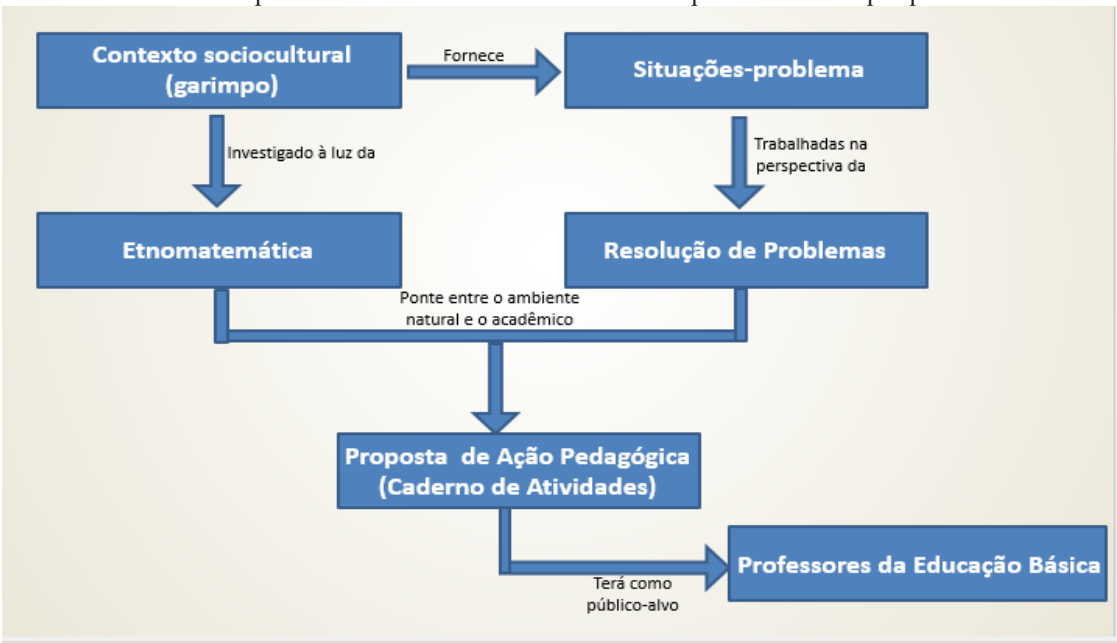
Procedimentos metodológicos

A pesquisa de campo realizada no presente trabalho foi desenvolvida em dois garimpos localizados no sítio Cumbe, na zona rural do município de Parelhas-RN, distantes dezoito quilômetros do centro da referida cidade. Os sujeitos analisados, foram os garimpeiros que ali desenvolvem as atividades de extração e comercialização de minerais.

Os procedimentos metodológicos empreendidos durante as investigações realizadas nos garimpos pesquisados foram pautados nas concepções da pesquisa qualitativa, empregando alguns elementos da etnografia para coleta e análise dos dados que foram utilizados como subsídios para elaboração das situações-problema que compõem a proposta de ação pedagógica, um Caderno de Atividades, destinado ao ensino e aprendizagem de Matemática na Educação Básica.

Elaboramos um esquema explicativo para ilustrar toda estrutura metodológica percorrida até chegarmos ao produto final da pesquisa, a construção da proposta de ação pedagógica (Ver Figura 3).

Figura 3 - Ilustração da estrutura metodológica, explicitando os passos percorridos do contexto sociocultural ao produto final da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores.

Logo nas primeiras visitas realizadas aos garimpos, foi possível identificar conhecimentos matemáticos nos saberes e fazeres dos garimpeiros, quando estes separam o material que irá extrair o minério, nas estimativas de profundidade que eles se encontravam dentro da mina, nos cálculos aproximados de volume durante o transporte, na construção de valetas para o escoamento da água durante o período das chuvas, nas técnicas de escavação e durante a comercialização dos minerais. Conhecimentos matemáticos estes que diferem dos abordados nos livros didáticos, e que, são modos, estilos e técnicas de lidar com o ambiente natural, muitas vezes passados de pai para filho.

Descreveremos a seguir, o conhecimento etnomatemático de um garimpeiro ao lidar com uma situação que necessitava trabalhar com as unidades e medidas.

O saber-fazer do garimpeiro para realizar medições

Em uma de nossas visitas de rotina, logo ao chegarmos no garimpo, nos deparamos com um caminhão-caçamba estacionado esperando para ser realizado um carregamento de minério (Ver Figura 4).

Figura 4 - Caminhão-caçamba esperando para ser carregado

Fonte: Arquivo dos autores

Atento em identificar possíveis conhecimentos matemáticos que estivessem envolvidos nessa atividade, me dirigi até o garimpeiro Almiran Fernandes e perguntei se eles tinham no garimpo algum tipo de objeto para medição, uma trena ou uma fita métrica, para que eu pudesse medir as dimensões da caçamba desse caminhão.

O garimpeiro me respondeu: *"trena, fita métrica? Não utilizamos nada disso quando precisamos fazer alguma medição"*.

Eu então o questionei: nesse caso, como faço para registrar as medidas dessa caçamba?

O senhor Almiran, respondeu: *"com uma corda"*.

Eu: como isso é possível?

O garimpeiro descreve: *"basta você medir quatros palmos e meio em uma corda e cortá-la; pronto, você terá um pedaço de corda com um metro e poderá fazer sua mediação"*.

Nesse momento, o garimpeiro pega um pedaço de corda e diz: *"vamos, eu vou lhe ensinar"* (Ver Figura 5).

Figura 5 - Garimpeiro explicando como se faz para medir um metro utilizando uma corda

Fonte: Arquivo dos autores

O senhor Almiran me passou o pedaço de corda e comecei a contar os palmos, conforme havia descrito. Logo no início fui interrompido, *"não é assim que se faz, você está contando um palmo como sendo do polegar até o dedo maior de sua mão; desse jeito não dá certo, você precisa contar um palmo do seu dedo polegar até o dedo mindinho"*. Segui mais essa instrução do senhor Almiran e fiz a medição de um metro de corda, de acordo com os conhecimentos empíricos repassados por esse garimpeiro. Posteriormente, nos dirigimos até a caçamba do caminhão para realizar as medições, primeiro o comprimento, em seguida a largura e, por fim, a altura.

Então, vejamos como procedemos: esticamos a corda de um metro de comprimento por quatro vezes, ao longo do comprimento da caçamba, quando percebi que não teríamos mais espaço suficiente para repetir essa operação. Nesse momento, o senhor Almiran dobra a corda ao meio e a coloca no restante do espaço que ainda faltava medir, onde a mesma se encaixou perfeitamente. Logo, o garimpeiro afirmou: *"pronto, esse lado que acabamos de medir tem quatro metros e meio"*.

Passamos então para a parte traseira da caçamba, para realizar a medição da largura da mesma. Esticamos a corda de um metro de comprimento por duas vezes e eu já percebi que não haveria mais espaço suficiente para repetir essa operação. Atento à realização do procedimento anterior, dobrei a corda ao meio e a posicionei na parte que ainda faltava medir, quando percebi que ainda sobrava um pequeno pedaço. Nesse instante, o senhor Almiran vai logo afirmando: *"nesse caso, como não foi possível colocar exatamente nem a corda inteira, nem a metade dela, a gente sabe, por experiência, a medida desse pedaço que sobra, ou seja, como sobrou um pedaço bem pequeno da corda que já tinha sido dividida ao meio; então podemos dizer que ele tem 10 centímetros, aí só é fazer 50 centímetros menos 10, que dá 40 centímetros, que é o valor da parte que falta medir. Logo, a lateral dessa caçamba tem 2 metros e 40 centímetros"*.

Registrei essa segunda informação e pedi novamente ajuda para medir a altura da caçamba. Vejamos esse procedimento: estiquei a corda uma vez e já percebi que não poderia repetir esse processo, já que a altura da caçamba tinha menos de dois metros, então segui o segundo passo de dividir a corda ao meio para verificar se a tal altura poderia ser medida acrescentando meio metro à medição anterior. Nesse momento, utilizando a metade da corda, vi que sobrava um pedaço ainda maior que aquele observado na medição da largura descrita anteriormente.

Novamente, pedi ajuda ao garimpeiro, que de pronto me falou: “nesse caso, como sobrou um pedaço ainda maior da corda que foi dividida ao meio, podemos dizer que ele tem em torno de 20 centímetros, ou seja, o que foi utilizado foi 30 centímetros. Para você ter uma ideia melhor do que estou falando, basta dividir a corda novamente ao meio, tendo assim um pedaço de 25 centímetros, então pode anotar aí no seu caderno que a altura dessa caçamba mede um metro e 30 centímetros”.

Impressionado com esses conhecimentos matemáticos utilizados pelo garimpeiro, que cursou apenas as séries inicias do Ensino Fundamental, registrei as três informações que obtivemos na realização da medição das dimensões da caçamba, a saber: comprimento = 4,5m; largura = 2,4m e altura = 1,3m. Em seguida, calculei o volume da caçamba, levando em consideração os dados coletados por meio dos conhecimentos empíricos do garimpeiro Almiran Fernandes.

Considerando que a caçamba do caminhão tem o formato de um prisma retangular, teremos o esquema a seguir para o cálculo do seu volume (Ver Figura 6):

Figura 6 – Cálculo do volume da caçamba

$Vc = Cc \times Lc \times Ac$

$Vc = 4{,}5m \times 2{,}4m \times 1{,}3m$

$Vc = 14{,}04m^3$

INFORMAÇÕES
Vc – Volume da caçamba
Cc – Medida do comprimento da caçamba em metros
Lc – Medida da largura da caçamba em metros
Ac – Medida da altura da caçamba em metros.

Fonte: Elaborado pelos autores

Nesse momento, o motorista do caminhão-caçamba, que tinha saído para tomar um café, se aproxima e pergunta: “o que você está fazendo?”. Respondi: “estou medindo as dimensões dessa caçamba para encontrar o volume dela”. O motorista continua: *“mas não precisa medir, tem uma plaquinha aqui que tem essa informação, venha que eu vou lhe mostrar”* (Ver figura 7).

Figura 7 - Placa afixada no caminhão-caçamba

Fonte: Arquivo dos autores

Ao visualizar a placa que estava localizada abaixo da caçamba do caminhão, fiquei surpreso ao perceber que o volume da caçamba, calculado com base nos dados coletados usando a corda, houvera se aproximado significativamente do valor disponibilizado nas identificações afixadas no caminhão, sendo no primeiro caso, 14,04m3 e no segundo 14, que corresponde a 14 mil litros de capacidade, ou seja, um recipiente com 14m3 de volume.

Essa é uma situação-problema que poderá envolver vários conteúdos de matemática básica, tais como, questões de geometria espacial, porcentagem, razão, proporção, regra de três e dízimas periódica. A situação-problema que acabamos de relatar também está inserida em nossa proposta de ação pedagógica, a qual iremos apresentá-la a seguir.

Aplicação e análise da proposta de ação pedagógica

A ação pedagógica do presente estudo, ou seja, a aplicação do Caderno de Atividades, foi desenvolvida com os alunos da terceira série do Ensino Médio da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho (Ver Figura 8), localizada na cidade de Parelhas/RN, que estudam no turno vespertino, e que, em sua maioria, residem na zona rural desse município, onde predomina a atividade de extração e comercialização de minerais.

Figura 8 – Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho – Parelhas/RN

Fonte: Arquivo dos autores.

A escolha por uma turma da terceira série do Ensino Médio deu-se em razão da diversidade dos conteúdos a serem trabalhados nas situações-problema, dentre eles: razão e proporção, regra de três, porcentagem, operações com números decimais, operações com números racionais, média aritmética, medidas de tempo, medidas de massa, sequências numéricas, geometria espacial e construção de gráficos.

As situações-problema trabalhadas pedagogicamente foram norteadas pelos 10 passos do roteiro proposto por Leal Júnior e Onuchic (2015), a saber:

> (1) proposição do problema (2) leitura individual (3) leitura em conjunto (4) resolução do problema (5) observar e incentivar (6) registro das resoluções na lousa (7) plenária (8) busca do consenso (9) formalização do conteúdo (10) proposição e resolução de novos problemas (LEAL JÚNIOR; ONUCHIC, 2015, p. 964).

A seguir, apresentaremos as discussões acerca da aplicação da situação-problema 2, disponível na terceira atividade da proposta de ação pedagógica, que diz respeito ao processo de transporte e estocagem dos minerais.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 2

No garimpo, a unidade de medida metro é representada pelo conhecimento do garimpeiro como sendo a medida de quatro palmos e meio[2] . O transporte dos minérios é realizado em caminhões-caçamba, conforme podemos identificar na Figura 4 do presente artigo. Utilizando apenas os seus conhecimentos socioculturais, um garimpeiro conseguiu encontrar as dimensões da caçamba deste caminhão, obtendo as seguintes informações: comprimento = 4,5m, largura = 2,5m e altura = 1,5m.

De posse destas informações, encontre e demostre uma possível maneira que o garimpeiro poderá ter utilizado para medir as dimensões de comprimento, largura e altura da caçamba do caminhão, utilizando apenas o conhecimento de que a unidade de medida metro, pode ser representada como a medida de quatro palmos e meio, em seguida encontre o volume desta caçamba de acordo com os dados descritos.

Disponibilizamos uma cópia impressa da atividade para cada aluno e, em grupos (A, B e C), eles iniciaram as resoluções, com as orientações do professor/pesquisador, seguindo os 10 passos do roteiro proposto por Leal Júnior e Onuchic (2015).

Todos os grupos calcularam o volume da caçamba do caminhão utilizando a Matemática acadêmica (Volume de um prisma regular retangular), no entanto, apresentaram três possíveis maneiras distintas que o garimpeiro poderia ter utilizado para realização dessa tarefa.

De acordo com as respostas expostas, foram apresentadas ideias que se aproximaram das do garimpeiro, sugestões distintas que não estávamos esperando, mas que foram postas de forma coerente e outra que não seria condizente com a realização da medição das dimensões da caçamba do caminhão.

Nesse sentido, o grupo A escolheu o aluno A4 para apresentar suas ideias e o mesmo informou: *"se o garimpeiro sabe que a medida de um metro pode ser representada como a medida de quatro palmos e meio, então ele pode medir os palmos direto na caçamba do caminhão e depois dividir essa quantidade por quatro e meio, então ele terá as medidas das dimensões em metros"*. Verificamos nessa resposta que, apesar de o grupo não ter utilizado nenhum instrumento ou objeto para se fazer um parâmetro, sua alternativa para o registro da medição foi posta de forma coerente, satisfazendo a indagação do problema.

No grupo B, aconteceu um fato que nos chamou atenção, duas respostas distintas foram apresentadas, primeiro o discente B1 falou que: *"o garimpeiro pegou um pedaço de madeira, mediu um metro e depois utilizou para medir a caçamba do caminhão"*. Posteriormente, o discente B6 perguntou se poderia expor outra ideia, mesmo ficando essa primeira resposta como a que o grupo tinha escolhido para apresentar. Comunicamos que ele poderia ficar à vontade para se expressar e que, quanto maior o debate, mais interessante seria para a pesquisa, então o aluno

2 O garimpeiro procede essa medição considerando a medida de um palmo como sendo o espaço entre o dedo polegar e o mínimo com a palma da mão aberta.

B6 disse: *"professor, o meu avô também utilizava um pedaço de madeira para medir um metro, mas ele não fazia contando os palmos, ele media da altura do umbigo até o chão e cortada o pedaço de madeira, aí pronto, ele tinha um objeto de um metro"*.

Dar espaço para esse aluno se expressar e socializar suas vivências e experiências foi a atitude mais acertada que poderíamos ter tomado nessa atividade, esse registro foi imprescindível para o enriquecimento de nossa pesquisa, pois esse método ainda é utilizado em algumas comunidades, inclusive na região pesquisada, onde os cortadores de lenha vendem suas madeiras por metro cúbico, realizando o que eles chamam de *metragem da lenha*[3] . Para realização desse processo, os trabalhadores utilizam uma vara, que é cortada tomando-se como parâmetro a altura do umbigo de um homem adulto até o chão e, a partir de então, eles usam essa vara como base para a unidade de medida equivalente ao metro padrão.

Dessa forma, reiteramos as concepções de D'Ambrosio (2015), ao valorizar e respeitar o conhecimento sociocultural do discente B6, que traz para a sala de aula um saber/fazer na busca de explicar, conhecer e lidar com o ambiente natural, social e cultural, no caso do conhecimento adquirido dentro da própria família sobre como eram realizadas as medições pelo avô desse estudante. Essas práticas dão sentido ao que o autor denomina de Programa Etnomatemática, as quais estão presentes nas atividades humanas, na resolução dos problemas inerentes ao cotidiano, tais como medir, contar, comparar e classificar (D'AMBROSIO, 2015).

Ademais, conforme afirma Andreatta (2013, p. 102),

> Quando os estudantes conseguem estabelecer associações, conexões e aproximações entre o "seu mundo" e o "mundo escolar", ou seja, o conhecimento matemático cotidiano e o conhecimento matemático escolar, o resultado da aprendizagem e interesse dos mesmos é mais significativo.

Dando continuidade aos registros das resoluções, o grupo C também apresentou uma sugestão. Apesar de não satisfazer a tarefa a ser realizada pelo garimpeiro, achamos prudente e importante registrá-la. O aluno C3 foi escolhido para falar e informou a reposta: *"nós fizemos assim: multiplicamos o comprimento 4,5m pela largura 2,5m e pela altura 1,5m, que deu 16,875m3. Depois multiplicamos esse valor por 4,5, aí encontramos aproximadamente 76 palmos"*. Verificamos que apesar de essa alternativa não satisfazer uma das possíveis opções que o garimpeiro poderia ter utilizado para medir as dimensões da caçamba do caminhão, o grupo C utilizou corretamente a Matemática acadêmica para calcular o volume da caçamba que fora solicitado no mesmo problema.

Concluída a etapa das discussões, em que foi possível observar uma participação ativa e efetiva dos alunos, iniciamos uma busca pelo consenso para chegarmos nos resultados considerados mais coerentes para o caso específico da situação-problema dois. Informamos aos alunos que o garimpeiro que participou da nossa pesquisa, conseguiu realizar as medições da caçamba do caminhão utilizando apenas o conhecimento empírico de que a unidade de medida metro pode ser representada como a medida de quatro palmos e meio padronizado em uma corda. Comunicamos que esse procedimento é realizado da seguinte maneira: o garimpeiro mede quatro palmos e meio sobre uma corda esticada e a corta. Para registrar cinquenta centímetros, divide a corda ao meio. Para registrar vinte e cinco centímetros, dobra a corda novamente ao meio e assim consegue realizar as medições que são necessárias nas atividades no garimpo.

Consideramos que o nosso objetivo de aguçar a curiosidade dos alunos em tentar des-

3 Metragem vem da palavra metro, esta é uma nomenclatura utilizada pelos trabalhadores cortadores de lenha da região do Seridó do Estado do Rio Grande do Norte/RN, para empilhar a madeira com um metro de largura por um metro de altura e um metro de comprimento, totalizando 1m3.

cobrir como o garimpeiro conseguiu realizar essas medições sem utilizar nenhum instrumento considerado apropriado para tal tarefa, como por exemplo, uma trena ou fita métrica, foi alcançado. Nesse cenário, pudemos estabelecer um diálogo acerca das manifestações matemáticas [4]vivenciadas no cotidiano, como, por exemplo, nas formas de medidas com os palmos e o uso do metro relacionado ao corpo humano (medida do umbigo ao chão).

Considerações finais

Conforme aponta Monteiro (2004), apesar de a Etnomatemática apresentar diversas contribuições para o contexto escolar numa perspectiva filosófica e colocar em debate a produção, a validação e a legitimação do conhecimento matemático em diferentes práticas sociais, sua utilização em propostas curriculares ainda é algo incipiente no âmbito da Educação Matemática.

Nesse sentido, considerando a importância de valorizar e reconhecer os saberes e fazeres advindos dos mais diversos grupos socioculturais e as possibilidades de utilização desses conhecimentos etnomatemáticos em sala de aula, torna-se necessário ampliar o debate acerca de propostas pedagógicas que possam vincular a vida e as necessidades dos alunos em seu contexto social.

Visando contribuir com esta discussão, nossa pesquisa no garimpo nos revelou uma rica fonte de situações-problema, cujo contexto foi utilizado para elaboração de uma proposta de ação pedagógica (Caderno de Atividades), destinada à professores de Matemática, tendo como público-alvo final, os alunos da Educação Básica.

Com a realização da intervenção pedagógica na turma da terceira série do ensino médio da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, sob a ótica da metodologia de ensino e aprendizagem através da Resolução de Problemas, buscamos proporcionar a esses estudantes, provenientes, em sua maioria, das comunidades rurais do município de Parelhas/RN, a oportunidade de trabalhar com problemas vivenciados dentro do seu universo sociocultural, visando capacitá-los no desenvolvimento do pensamento crítico e na elaboração de estratégias intelectuais para enfrentar situações e problemas novos, fortalecendo o elo entre o seu cotidiano e a Matemática acadêmica.

Portanto, é salutar propiciar aos alunos um novo olhar sobre a Matemática, na promoção de uma educação que valorize a diversidade cultural, respeitando as singularidades e particularidades desse discente em sua realidade social, oferecendo mecanismos e propostas de ações pedagógicas que resgatem a herança histórica e cultural, sem fugir da realidade da Matemática acadêmica.

Referências

ANDREATTA, Cidimar. **Ensino e aprendizagem de matemática e educação do campo:** o caso da Escola Municipal Comunitária Rural "Padre Fulgêncio do Menino Jesus", município de Colatina, Estado do Espírito Santo. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Vitória/ES, 2013.

BANDEIRA. **Pedagogia etnomatemática:** ações e reflexões em matemática do ensino funda-

4 Manifestações matemáticas, para D'Ambrosio (2005, p. 112), "É muito mais que apenas manipular notações e operações aritméticas, ou lidar com a álgebra e calcular áreas e volumes, mas principalmente lidar em geral com relações e comparações quantitativas e com as formas espaciais do mundo real, e fazer classificações e inferências. Assim, encontramos matemática nos trabalhos artesanais, nas manifestações artísticas e nas práticas comerciais e industriais. Recuperar e incorporar isso à nossa ação pedagógica é um dos principais objetivos do Programa Etnomatemática."

mental. Natal, RN: EDUFRN, 2016.
BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais.** Secretaria de Educação Fundamental. Matemática (3º e 4º ciclos). Brasília: MEC/SEF, 1998.
_____. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**, 2010. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/3MU>. Acesso em: 02 set. 2016.
DALTO, Jader Otavio; SILVA, Karina Alessandra Pessoa. Atividade de modelagem matemática como estratégia de avaliação da aprendizagem. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, v. 23, n. 57, p. 34-45, jan./mar. 2018.
D'AMBROSIO, Ubiratan. Ethnomathematics an overview. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ETNOMATEMÁTICA, 2. 2002, Ouro Preto, MG. **Anais**... Ouro Preto, MG: Universidade de Ouro Preto, 2002. 1 CD-ROM.
_____. Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 99-120, jan./abr. 2005
_____. O Programa Etnomatemática: uma síntese. **Revista Acta Scientiae**, Canoas, v. 10, n.1, p. 1-16, jan./jun. 2008.
_____. **Etnomatemática**: elo entre as tradições e a modernidade. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.
KNIJNIK, Gelsa et al. **Etnomatemática em movimento**. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.
LEAL JÚNIOR, Luiz Carlos; ONUCHIC, Lourdes de La Rosa. Ensino e aprendizagem de matemática através da resolução de problemas como prática sociointeracionista. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 29, n. 53, p. 955-978, dez. 2015.
MONTEIRO, Alexandrina. Algumas reflexões sobre a perspectiva educacional da Etnomatemática. **Zetetiké**, v. 12, n. 22, jul./dez., p. 9-32, 2004.
SMOLE, Kátia Stocco. A resolução de problemas e o pensamento matemático. **Societas Mariae, SM**. Disponível em: <http://www.edicoessm.com.br/sm_resources_center/somos_mestres/formacao-reflexao/a-resolucao-de-problemas-pensamento-matematico.pdf>. Acesso em: 09 set. 2017.
SOUZA, Analucia Castro Pimenta de; NUNES, Célia Barros. A resolução de problemas como metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de matemática em sala de aula. In: **Anais do IX Encontro Nacional de Educação Matemática.** Belo Horizonte: UniBH, 2007.
VERGANI, Teresa. **Educação etnomatemática**: o que é?. Natal: Flecha do Tempo, 2007.

Freudson Dantas de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – RN/Brasil
E-mail: freudsondantas@yahoo.com.br

Francisco de Assis Bandeira
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – RN/Brasil
E-mail: fabandeira56@gmail.com

Exercícios do olhar com números e arte

Look Exercises with Numbers and Art

Cristina Vaz
Universidade Federal do Pará UFPA/Brasil

RESUMO

Este artigo é um convite ao exercício do olhar através de algumas conexões entre os Números e a Arte. Olhar entendido como exercício do pensar para facilitar a compreensão de conceitos ou processos, para exercitar a percepção e estabelecer relações, intersecções e conexões entre a Matemática e a Arte.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade, Matemática e Arte, Exercícos do Olhar.

ABSTRACT

This article is an invitation to the exercise of looking through some connections between Numbers and Art. Look understood as the exercise of thinking to facilitate the understanding of concepts or processes, to exercise perception and establish relations, intersections and connections between Mathematics and Art.

O Primeiro Olhar

Da minha aldeia vejo quanto da terra se pode ver do Universo...
Por isso a minha aldeia é tão grande como outra terra qualquer
Porque eu sou do tamanho do que vejo
E não do tamanho da minha altura...

Nas cidades a vida é mais pequena
Que aqui na minha casa no cimo deste outeiro.
Na cidade as grandes casas fecham a vista à chave,
Escondem o horizonte, empurram o nosso olhar para longe de todo o céu,
Tornam-nos pequenos porque nos tiram o que os nossos olhos nos podem dar,
E tornam-nos pobres porque a nossa única riqueza é ver.

Alberto Caeiro[1]

"Porque sou do tamanho do que vejo", diz o poeta. Inspirada nos versos de Fernando Pessoa, desejo ver "da minha aldeia parte do Universo", para atingir lugares inimagináveis, tornando-me maior do que eu sou. Um olhar que busca estabelecer relações, intersecções e conexões num exercício de exploração e experimentação. Não pretendo fazer um olhar de sobrevoo, mas um exercício interdisciplinar de olhar, propondo "ver" no sentido de promover um diálogo entre algumas manifestações artísticas e os números, sempre buscando estabelecer conexões e intersecções. Este diálogo norteia o entendimento do mundo ao meu redor e do meu mundo interior. O grande desafio é apurar o olhar e transitar entre os dois modos de perceber e elaborar conhecimentos de si e do mundo, a partir de duas poderosas linguagens, a Matemática e a Arte.

Quais entrelaçamentos existem entre a Arte e os números? Pode o ato prático de contar e

1 "O Guardador de Rebanhos". Poemas de Alberto Caeiro. Fernando Pessoa. Lisboa: Ática, 1946 (10ª ed. 1993): 32.

seus signos estimular a criatividade? Sabemos que muitos artistas escolheram o número Pi ou o Número de Ouro para expressarem suas ideias ou emoções (OLSEN, 2006). Herança da Escola Pitagórica? Talvez.

Nas palavras de Filolau,

> [...] graças ao fato da realidade "ter número" é que ela pode ser conhecida, enquanto é passível de uma descrição numérica (CORNELLI, 2011, p. 201).

Compreender cada vez mais as estas intersecções e conexões nos ajudará, como cidadãos do novo milênio, a articular, organizar e refletir sobre informações cada vez mais multidisciplinares, transversais, multidimensionais, transnacionais e globais. Este caminho é um campo promissor de pesquisa e ensino, que pode contribuir, de forma significativa, na formação de educadores e suas práticas em sala de aula. Nas palavras de Edgar Morin,

> Efetuaram-se progressos gigantescos nos conhecimentos no âmbito das especializações disciplinares, durante o século XX. Porém, estes progressos estão dispersos, desunidos, devido justamente à especialização que muitas vezes fragmenta os contextos, as globalidades e as complexidades. Por isso, enormes obstáculos somam-se para impedir o exercício do conhecimento pertinente no próprio seio de nossos sistemas de ensino (MORIN, 2000, p. 40).

Este artigo é um convite ao exercício do olhar através de algumas intersecções e conexões entre a Arte e os Números. Olhar como resultado de uma leitura sobre o mundo, leitura que busca, cria e interpreta conexões entre saberes. Olhar entendido como exercício do pensar para facilitar a compreensão de conceitos ou processos, para exercitar a percepção e estabelecer relações, intersecções e conexões entre a Matemática e a Arte.

O que proponho aqui é explorarmos manifestações artísticas que usam a Matemática como linguagem, em particular, usam os números. O que vou fazer é, simplesmente, explorar algumas obras e compartilhá-las, para provocar uma experiência. Experiência compreendida no sentido do pensamento de Larrosa como "aquilo nos passa, que nos acontece, que nos toca, que nos transforma" (LARROSA, 2017, p. 18). Experiência que pretende causar um certo estranhamento, uma certa inquietação, com a intenção de estimular uma reflexão. Busco fazer do meu olhar um ponto de encontro entre os Números e a Arte, convidando o leitor a um exercício, um exercício de olhar além, além da sua aldeia.

Um Olhar na Pintura

Giacomo Balla (1871-1958) foi um importante artista italiano do movimento futurista. A arte futurista foi um movimento de vanguarda cujas características principais eram a representação pictórica da luz, do movimento, da velocidade, das máquinas e de tudo que era moderno.

Através do futurismo, Balla celebrou o moderno e suas primeiras pinturas futuristas revelam a sua preocupação em capturar figuras e objetos em movimento. Gradualmente foi dando mais valor às formas geométricas, alternando o seu estilo entre construções abstratas e representações figurativas.

A obra "Números enamorados", de 1925, é a expressão futurista que torna os números protagonista de uma obra de arte. Nesta obra, os números têm forma e volume e seu título revela uma das premissas do movimento futurista:

> O amor à precisão e à brevidade nos dará naturalmente o gosto pelos números, que vivem e respiram no papel como seres vivos em nossa nova sensibilidade numérica. (NUMERICA, 2008, p.56)

Giacomo Balla , “Números enamorados”, 1925
Fonte: http://bittleston.com/artists/giacomo_balla

O que nos revela a obra de Balla? Apurando o nosso olhar podemos perceber que a obra “Números enamorados” expressa o futuro com forma, cores, volume e sentimento. Além do impacto plástico desta obra, o título aguçou a minha curiosidade. Num primeiro olhar, tentei relacionar os números a palavra “enamorados” e ao sentimento que ela revela, buscando conexões imediatas. Mas ao lembrar que existem muitos números “especiais”, percebi que poderia encontrar outras conexões. Existem números cercados de mistério que apresentam propriedades curiosas e interessantes.

Para começar, destaco um par de números que simbolizam a amizade e foram admirados como tal, são os “números amigos”. Para dois números serem amigos, devem ser iguais a soma dos divisores do outro, excluindo-se os próprios números.

A escola Pitagórica conhecia o menor destes pares amigos, o par 220 e 284. Os divisores de 220 são 1, 2, 4, 5, 10, 11, 20, 22, 44, 55, e 110 e a soma destes é 284. Por outro lado, os divisores de 284 são 1, 2, 4, 71, 142 e a somas deles é 220 (FOSSA, 2015).

Até 1636 não se descobriu nenhum outro par de números amigos, até que Pierre de Fermat descobriu o par 17.296 e 18.416. Descartes descobriu o terceiro par 9.363.584 e 9.437.056 e Leonhard Euler encontrou 62 pares de números amigos!

Será de podemos dizer que a amizade acontece quando dividimos de tal modo que esta divisão nos favorece e também aos nossos amigos?

Os números também podem ser "perfeitos". Um número é perfeito se a soma de seus divisores próprios resulta no próprio número. O número 6 tem divisores 1, 2 e 3 e a soma destes é 6 portanto 6 é perfeito. Outro número perfeito é 28.

Será que podemos dizer que perfeição significa nos reconhecermos fragmentados e inteiros?

Já os números primos sempre fascinaram cientistas, matemáticos e artistas. Sua história é cheia de problemas interessantes e muita curiosidade. Representam um dos enigmas mais desafiante com que a humanidade tem se deparado por um longo tempo (DU SAUTOY, 2010). Despertam nossa curiosidade, desafiam nossa inteligência, aguçam nossa sensibildade. Por que são batizados com nomes especiais? Porque são especiais, simples assim.

Com um olhar um pouco mais apurado explorei conexões entre a obra de Balla e alguns números especiais, buscando entender por que esta obra me toca, me impressiona. Criados laços e elos da obra "números enamorados" e a Teoria dos números, permito-me o exercicio de criar uma conexão própria. O meu modo de ver e pensar esta obra, para além de sensações e saberes matemáticos, pode ser expresso por uma paráfrase da poesia "Quadrinha" de Carlos Drummond de Andrade (ANDRADE, 2006):

> O 3 amava o 5 que amava o 8 numa frenética sequência de Fibonacci. Agora, o 4, que não faz parte da sequência, não amava ningúem. (AUTORA, 2018)

Um Olhar na Literatura

Mia Couto é o pseudônimo de António Emílio Leite Couto, um dos escritores moçambicamos mais importantes da atualidade. Poeta, jornalista, biológo e professor, Mia Couto tem uma vasta obra literária, incluindo poemas, romances, contos e crônicas. Dentre os prêmios que foi agraciado destacam-se o Prêmio Neustadt e o Prêmio Camões. Como uma prosa repleta de reflexões sobre a condição moçambicana, seus poemas tematizam aspectos como identidade, engajamento político, transformação social e descolonização. De formação interdisciplinar, Mia Couto alia ciência e literatura:

> O que me agrada na ciência não é ver nela uma explicação total, absoluta do mundo, mas é colocar essa narrativa em diálogo com outros saberes, com outras sensibilidades (COUTO, 2014).

O poema "Números", publicado no livro Raiz de Orvalho e outros poemas (COUTO, 2016), evoca um lirismo aritmético. Diz o poema:

Desiguais as contas:
para cada anjo, dois demônios.

Para um só Sol, quatro Luas.

Para a tua boca, todas as vidas.

Dar vida aos mortos:
obra para infinitos deuses.

Ressuscitar um vivo:
um só amor cumpre o milagre.

Um olhar interdisciplinar do poema pode antever o conceito de Contagem. Contagem como um processo sofisticado que envolve a capacidade de comparar e estabelecer relações e correspondências. A contagem como licença poética que reverte a ordem usual.

A história do conceito de número foi muito influenciada pela resolução de desafios matemáticos envolvendo números. Alguns destes problemas apareceram no papairo de Rhind e em placas de argila da Babilônia (BOYER, 1996) e tratavam, a maioria das vezes, sobre questões práticas, cotidianas e sobre especulações relacionadas com as relações entre os números.

Os gregos também trataram alguns problemas com números, entre eles "o problema dos Bois" de Arquimedes. Este problema foi publicado por Gothold Ephraim Lessing em 1773, que o encontrou em um manuscrito grego na Biblioteca de Herzog na Alemanha.

É um problema enunciado em versos – epigrama grego em quarenta e quatro versos – destinado a Eratóstenes e aos matemáticos de Alexandria. Arquimedes desafiava-os a contar o número de bois do deus sol Hélio que pastavam na ilha da Trinácria (Sicília) em quatro rebanhos de cores branca, preta, castanha e malhada (HILL, 2017):

> Amigo, o gado do Deus Sol, sob aos teus cuidados
> precisa ser contado!
> Há muito, eles pastam no terreno de Trinácria, na ilha da Sicília agrupados em quatro
> cor a cor: um rebalho branco como o creme,
> o próximo têm pelos brilhantes como o ébano,
> o terceiro a pele escura e o último cheios de manchas
> são os malhados.
> . . . . . .
> (Tradução da autora)

O problema dos Bois é um problema complicado da Teoria dos Números. A resolução conduz a um sistema indeterminado de equações diofantinas com oito incógnitas, sendo que o problema tem infinitas soluções. O primeiro matemático a resolver este problema, de forma satisfatória, foi A. Amthor em 1880. Amthor mostrou que o número total de bois da menor solução é um número com 206.545 dígitos (FRIESEN, 2014).

Um problema de contagem para desafiar o intelecto, estimular a competição na resolução de um problema complicado, desafio que atravessou séculos depertando curiosidade e criando muito conhecimento matemático. Um problema em versos, como um enigma a ser decifrado, assim como o poema de Mia Couto. Mas a contagem no poema de Mia Couto começa diferente: "para cada anjo dois demônios/para um sol duas luas/para tua boca todas as vidas". Relações de desequilibrio aritmético que causam um estranhamento matemático.

O próximo verso, ainda numa correspondência desigual, anuncia algo extraordinário (dar vida aos mortos /obra para infinitos deuses) que só o conceito de infinito é capaz que se contrapor. No último verso (ressuscitar um vivo /um só amor cumpre o milagre), estabelece a contagem um-a-um, reafirmando que o significado de viver é amar.

Nos rastros da poesia de Mia Couto as conexões se estabeleceram por caminhos diferentes. Não é uma contagem para estabelecer quantidade - as contas são desiguais - mas para estabelcer qualidade, atribuindo ao ato de contar uma sensibilidade, um ritmo. Mistérios humanos enumerados por um lirismo aritmético próprio. A poderosa linguagem da Contagem penetra no mundo da Arte pelos caminhos encantados da Poesia e transcende seu significado.

Um Olhar no Cinema

No filme estadunidense de 2007, ***Número 23***, estrelado por Jim Carrey e dirigido por Joel Schumacher, Walter Sparrow (Jim Carrey) é um funcionário do canil municipal que ganhou um livro de presente de sua esposa Agatha, chamado ***O número 23***. O livro narra a obsessão de Fingerling (Jim Carrey) com este número, e como isto modifica a sua vida. Ao lê-lo, Walter reconhece várias passagens como situações que ele próprio já viveu. Aos poucos, ele nota a presença do número 23 em seu passado e, também, no seu presente, tornando-se cada vez mais paranoico. No livro, o personagem Fingerling mata algumas pessoas, e isso faz com que Walter tenha medo de se tornar um assassino.

Fonte: http://colorindonuvens.com/blog/2013/02/20/filme-the-number-23-numero-23/

Um número que define uma vida, que transforma-se numa obsessão. Números que comandam destinos e estabelecem crenças. Podemos conectar vários episódios da História da Matemática ao sentimento de obsessão, entre eles destaco o "Último Teorema de Fermat", que ao longo de mais de 300 anos tem despertado paixões extraordinárias.

> Gerações de matemáticos estiveram obcecadas pelo Último Teorema de Fermat por dois motivos. Primeiro, havia o sentido implacável do desafio. Depois, o Último Teorema era o teste final e aquele que pudesse demonstrá-lo teria vencido onde Cauchy, Euler, Kummer e outros tinham fracassado.(SINGH, 2016, p. 136).

Enquanto estudava o Livro II da *Aritmética* de Diofante (SINGH, 2016), Fermat encontrou vários problemas relacionados com o Teorema de Pitágoras e os números pitagóricos. Num momento de inspiração, que o imortalizou, Fermat criou uma variante da equação de Pitágoras:

$$x^n + y^n = z^n, \quad n = 3,4,5,\ldots$$

Na margem do livro, escreveu uma nota afirmando que, em geral, é impossível qualquer número elevado a uma potência maior do que dois ser escrtio como a soma de duas potências semelhantes. Depois desta nota, Fermat escreveu um comentário que desafiaria gerações de matemáticos: *eu tenho uma demonstração realmente maravilhosa para esta proposição mas a margem é muito estreita para contê-la.*

A fama do desafio se espalhou além do mundo dos matemáticos e, em 1958, o problema apareceu num conto faustiano (SINGH, 2016). No conto escrito por Arthur Poges, intitulado *O Diabo e Simon Flagg*, o Diabo pede a Simon Flagg que lhe faça uma pergunta. Se o Diabo responder corretamente dentro de 24 horas, levará a alma de Simon, mas, se falhar, dará 100 mil dolares a ele. Simon então pergunta "o último Teorema de Fermat está correto?". O Diabo desaparece e sai pelo mundo aprendendo todo conhecimento matemático existente para demonstrar o Último Teorema. No segundo dia, o Diabo volta e admite a sua derrota: *Você ganhou, Simon. Nem mesmo eu posso aprender matemática suficiente, em tão curto espaço de tempo, para resolver um problema tão difícil [...]*

Como o personagem do filme **Número 23**, o matemático Andrew Wiles ficou obcecado em demonstrar o *Último Teorema*. Dedicou sua vida nesta busca e oito anos de intenso trabalho acadêmico, isolando-se de todos para encontrar o melhor caminho. Tamanha dedicação, que toca o limiar da loucura, chama a atenção e desperta a nossa curiosidade: o que inspira alguém a aceitar tal desafio?

No filme, é um trauma violento na infância de Walter que origina a sua obsessão pelo número 23. A obsessão de Wiles começa com um sonho de infância.

A trajetória de Wiles para provar o Último Teorema é fascinante. É um dos episódio mais criativos da História contemporânea da Matemática. História de talento, criatividade e relevantes contribuições. Wiles criou técnicas novas, combinou com técnicas tradicionais de modo inovador, abrindo novas linhas de pesquisa. Nas palavras de Cédric Villani (2015):

> É muito simples: começa-se pela curiosidade; fazemo-nos uma pergunta simples… depois reflete-se muito sobre ela… depois pensa-se no assunto dia e noite, torna-se uma obsessão, investimos nela todas as nossas forças, e cada nova ideia vem reforçar o projeto; escrevemos, reescrevemos, recomeçamos… Acabamos por desenvolver sobre ela um interesse vital. É muito importante conseguir entrar no tal "estado obsessivo", mesmo que temporariamente.

Estados obsessivos temporários resultantes da busca incessante pela solução de um problema. A literatura foi a forma que Walter buscou para revelar o seu crime, sendo as aparições do número 23 pistas importantes na decifração do enigma. Wiles aceitou o desafio deixado nas margens de um livro, sem pistas ou evidências perseguiu a solução, por 30 anos, de um mistério que durava três séculos! O número 23, a chave de um mistério gravado na alma por um trauma. O Teorema de Fermat, a simplicidade de uma afirmação gravada na alma por um sonho.

Um Olhar na Técnica

Tobia Ravà é um artista italiano formado em Siomiologia da Arte pela universidade de Bolonha que foi aluno do conhecido Umberto Eco. No universo artístico de Ravà, a harmonia das paisagens, a policromia das cenas, o ambiente, os objetos, a luz são criados através dos números. Usando a técnica do *pontilhismo numérico*, Ravà cria obras que impressionam. Imagens aritméticas que nos permitem perceber os números com uma beleza única e especial.

T. Ravà, TOB-836

Fonte: http://www.tobiarava.com

O que me intriga nesta técnica é a harmonia das obras que se traduz numa sensação de tranquilidade onde os números não são os protagonistas. Harmonia numérica, novamente nossas raízes pitágoricas.

Mudando a direção do olhar, vemos que muitas vezes a técnica provoca um estranhamento, uma inquietação. Este é o caso da técnica do *gotejamento* criada por Max Ernst, cujo maior representante foi o pintor Jackson Pollock. A técnica consiste no gotejamento da tinta sobre a tela deixando-se a tinta escorrer e formar traços aleatoriamente. Pollock pintava com a tela pousada no chão de maneira a sentir-se dentro da mesma e, aos pouco foi se afastando dos instrumentos usuais do pintor: pincéis, paleta, cavalete. Usava vários instrumentos como bastões, colheres de pedreiro, facas para espalhar a tinta, além de fazer com o movimento do seu corpo rápidos respingos sobre a tela, registrando assim a sua ação no momento da pintura e seu estado emocional.

Fonte: http://authenticationinart.org/pdf/literature/Fractal-Expressionisme-Can-Science-Be-Used-To-Further--Our-Understanding-Of-Art.docx.pdf

J. Pollock "Blue Polis", 1952
Fonte: https://www.jackson-pollock.org/blue-poles.jsp

As conexões entre as obras de Ravà e os números são evidentes, pois os números são a própria técnica. O olhar é direto e encontra uma harmonia. Mas nas obras e na técnica de Pollock os números se camuflam e o olhar busca padrões para encontrar as intersecções.

O físico Richard Taylor da Universidade de Oregon percebeu uma semelhança impressionante entre os padrões das obras de Pollock e alguns padrões encontrados na natureza quando relacionou a técnica do gotejamento com o processo que a natureza usa para construir padrões.

Ao se perguntar, em 1994, se os padrões pintados por Pollock seriam padrões fractais, Taylor buscou uma impressionante e inovadora conexão entre a Matemática e a Arte (Taylor, 2006). A resposta para esta pergunta é tão fascinante quanto o modo como ela foi encontrada.

Em fevereiro de 1995, durante uma tempestade no norte da Inglaterra, Taylor e alguns amigos se perguntaram se seria possível pintar num ambiente tão hostil como uma tempestade. A resposta veio do pintor francês Yves Klein que, durante uma tempestade, deixou que o vento criasse um padrão em uma tela no topo do seu carro.

Inspirados nesta história, Taylor e seus amigos decidiram deixar a natureza pintar um padrão. Naquela noite, montaram com grandes galhos e uma lata de tinta um improvisado pêndulo, que balançou ao sabor do vento. Quando a tempestade passou descobriram que a natureza tinha criado um Pollock!

Fonte: http://authenticationinart.org/pdf/literature/Fractal-Expressionisme-Can-Science-Be-Used-To-Further--Our-Understanding-Of-Art.docx.pdf

Para confirmar os indícios que esta experiência produziu, Taylor pesquisou, durante cinco anos, padrões fractais nas pinturas de Pollock para sua tese de mestrado em teoria da arte. Em 1997, Taylor construiu um "pêndulo pintor" chamado *Pollockizer* que reproduzia os padrões semelhantes aos pintados por Pollock. Em 1999, publicou seus resultados na revista *Nature*, descreveu as características fractais nas pinturas de Pollock comparando o processo caótico de um pêndulo com a técnica do gotejamento. Para identificar os padrões fractais nas obras de Pollock, Taylor mediu um parâmetro importante que quantifica a complexidade visual de um padrão fractal chamado "dimensão fractal" e, por exemplo, mostrou que dimensão fractal da obra *Blue Polis* é 1,72 (Taylor, 2002).

Conexões óbvias, intersecções misteriosas. Números que expressam um equilíbrio, números que expressam o caos. A obra de Ravà é como um pêndulo aritmético que expressa harmonia e proporção e a obra de Pollack é como um pêndulo caótico que expressa a desordem e um padrão.

Olhar Além

Imaginar que podemos nos *"tornar pequenos quando nos tiram o que os nossos olhos nos podem dar"* é instigar a busca por novas formas de olhar. Propor explorarmos manifestações artísticas que usam a Matemática como linguagem foi um modo de criarmos intercruzamentos que incitaram outros olhares. O que nos interessa é provocar uma experiência que toca, que nos transforma...Para isto, é necessário alguma sensibilidade e algumas rupturas no sentido de se permitir enxergar para acolher aquilo que não estava previsto e mudar a maneira de olhar. Olhar além, *porque a nossa única riqueza é ver.*

Fonte: Colagem da autora

Referências

ALLAN, N.D. **A Matemática recreativa de Euler: Números Amigos**. Revista Brasileira de História da Matemática, Vol. 19, Nº 17, 2009, pp. 77-88.

ANDRADE, C. D. **Antologia poética**. Editora Record, São Paulo, 2006.

BOYER, C.B. **História da Matemática.** Editora Edgard Blucher, 1996.

CORNELLI, G. **O pitagorismo como categoria historiográfica**. Portugal: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2011.

COUTO, M. **Poemas escolhidos**. Companhia da Letras, 2016.

COUTO, M. **Fronteiras do Pensamento**. 2014. Disponível em: https://www.fronteiras.com/ativemanager/uploads/arquivos/produtos_culturais/49d377500041d04c2bc8eaaa0bb34fd3.

pdf. Acesso em 07 julho 2018.
DU SAUTOY. **Os mistérios dos números**. Zahar, 2010.
FRIESEN, D et al. **A mathematical model of Archimedes' cattle problem**. Journal of Applied Quantitative Methods. vol 9, No 1. Spring, 2014.
FOSSA, J. A. **Sobre números amigáveis**. EDUFRN, 2015.
HIIL, A. **Archimedes's cattle problem**. Western CEDAR, 2017.
LARROSA, J. **Tremores: escritos sobre experiência.** Editora Autêntica, 3a. reimpressão, 2017.
MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: UNESCO, 2000.
OLSEN, S. **The Golden Section: nature's greatest secret.** New York: Bloomsbury, 2006.
SINGH, S. **O último Teorema de Fermat.** Edições BestBolso, Rio de Janeiro, 2016.
TAYLOR, R. **Personal reflections on Jackson Pollock's fractal painting**s, História, Ciências, Saúde – Manguinhos, v. 13 (supplement), p. 108-23, Outubro, 2006. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v13s0/06.pdf. Acesso em 25/04/2018.
TAYLOR, R. **Fractal Expressionism- Where Art meets Science.** Santa Fe Institute, 2002. Disponível em
https://cpbuse1.wpmucdn.com/blogs.uoregon.edu/dist/e/12535/files/2015/12/PollockFractalExpressionism2003-2b1h6rl.pdf. Acesso em 10/6/18.
VILLANI, C. Entrevista disponível em https://www.publico.pt/2015/11/23/ciencia/entrevista/cedric-villani-nos-cientistas-somos-muito-populares-desde-que-consigamos-afirmar-a-nossa-individualidade-1715101, Acesso em 8/7/2018

Imagens da Colagem:
Mia Couto: https://www.revistaprosaversoearte.com/quanto-menos-entendemos-mais-julgamos-mia-couto/
Andrew Wiles: https://sheopory.wordpress.com/tag/fermats-last-theorem/
Tobia Ravà: http://www.culturaitalia.it/opencms/it/contenuti/fotogalleries/_I_numeri_della_creazione___i_rebus_mistici_di_Tobia_Rava.html?language=it
Pollock: https://www.thefamouspeople.com/profiles/paul-jackson-pollock-1718.php
Number Face: https://www.flickr.com/photos/ilustract/20003832273

Cristina Vaz
Universidade Federal do Pará UFPA/Brasil

E-mail: crisitna cvazufpa@gmail.com

Da informalidade do saber matemático cultural ao saber formal escolar: elementos de uma cognição matemática

From the informality of cultural mathematical knowledge to know formal school: elements of a mathematical cognition

Paula Ledoux
Universidade Federal do Pará – UFPA/Brasil
Tadeu Oliver Gonçalves
Universidade Federal do Pará – UFPA/Brasil

RESUMO

Este artigo surge dos achados ocorridos durante a pesquisa de campo para a escrita da tese doutoral, momento em que tivemos a oportunidade de conhecer modos de se produzir saberes matemáticos, que são praticados por indivíduos em suas atividades profissionais, como os fazedores de barcos e de currais de pesca da Microrregião do Salgado, com o objetivo fazer reflexões acerca do saber matemático da informalidade cultural, como elemento de uma cognição matemática. Esses achados, são provocadores de reflexões sobre a importância do saber matemático que não está nos livros, nos bancos escolares, mas, produzidos nas práticas de sujeitos que mesmo tendo pouca ou nenhuma escolaridade, são capazes de desenvolver um saber matemático significativo a ser usado para além da construção do barco e do curral. Inicialmente as conversas ocorreram de forma não intencional e, dada sua importância para a escrita da tese, estes informantes foram consultados sobre o autorizo para o registro dessas conversas. A partir da concordância, uma nova conversa foi iniciada, agora de forma mais elaborada, à medida que as curiosidades foram surgindo a partir das informações dadas acerca das formas de construir o barco e o curral. Durante estas conversas, era perceptível o entusiasmo pelo que fazem, a responsabilidade no que se refere ao respeito pela natureza, as crenças e os valores que estão relacionados as atividades desenvolvidas por estes informantes, que mesmo não sendo selecionados previamente, contribuíram de forma impar para esta escrita. Para tanto, as conversas foram gravadas, transcritas e analisadas, tendo como pressupostos teórico-metodológico-analítico a Análise da Conversa. Estes informantes desenvolvem atividades independentes, em dois segmentos da cultura local – a construção de barcos e de currais de pesca - porém, a análise permitiu identificar aspectos simétricos entre as conversas, especialmente, no que refere a importância do papel desses informantes na cultural local. A análise das conversas, apontaram que os saberes usados na construção de barcos e de currais, podem ser vistos como elementos de uma cognição matemática, além de serem uma ferramenta auxiliar interessante para mediar o ensino de conteúdos matemáticos nas escolas da Microrregião do Salgado ou fora dela.

Palavras-Chave: Saber Matemático Formal. Saber Matemático Informal. Análise da Conversa.

ABSTRACT

This article arises from the findings that occurred during the field research for the writing of the doctoral thesis, at which time we had the opportunity to know ways of producing mathematical knowledge, which are practiced by individuals in their professional activities, such as boatmakers and of the Salgado Microregion, with the purpose of making reflections on the mathematical knowledge of cultural informality as an element of a mathematical cognition. These findings are provoking reflections on the importance of mathematical knowledge that is not in books, in school benches, but produced in the practices of subjects who, although having little or no schooling, are able to develop a meaningful mathematical knowledge to be used for besides the construction of the boat and the corral. Initially the conversations occurred unintentionally and, given their importance for the writing of the thesis, these informants were consulted about the authorizing to record these conversations. From the agreement, a new conversation began, now more elaborately, as the curiosities emerged from the information given about the ways of building the boat and the corral. During these conversations, the enthusiasm for what they did, the responsibility for respect for nature, beliefs and values related to the activities of these informants, which, even though they were not previously selected, was is written In order to do so, the conversations were recorded, transcribed and analyzed, having as theoretical-methodological-analytical assumptions the Conversation Analysis. These informants develop independent activities in two segments of the local culture - the construction of boats and fishing corridors

- but the analysis allowed to identify symmetrical aspects between the conversations, especially regarding the importance of the role of these informants in the local culture. The analysis of the conversations, pointed out that the knowledge used in the construction of boats and corrals, can be seen as elements of a mathematical cognition, besides being an interesting auxiliary tool to mediate the teaching of mathematical contents in the schools of the Salgado Microregion or outside her.

Keywords: Formal Mathematics. Informal Mathematics. Conversation Analysis

Refazendo o caminho pelas ruas de rios

Que o conhecimento é necessário à vida, isto não se discute. No entanto, quando o conhecimento se refere à Matemática, as discussões não se esgotam, pois, o conhecimento matemático ainda é considerado abstrato e complexo. Esta concepção, contribui para que os conteúdos matemáticos ainda sejam vistos como pouco significativos para quem aprende.

Dito isto, compreende-se que a abstração, a falta de significados entre outros adjetivos aplicados a Matemática, muito se associa aos mitos criados de que a matemática é somente para os 'iluminados', que é de difícil aprendizagem, que aprender matemática é para poucos, que não se aplica em situações do cotidiano etc., que são passados de geração em geração, atribuindo a este conhecimento, uma conotação pouco favorável para uma ciência que pode ser considerada como absolutamente precisa em relação as demais ciências.

Ainda que a Matemática seja absoluta, precisa e abstrata, ela tem seus encantos e provoca paixão, especialmente, quando percebemos a existência de dois lados. De um lado a rigidez da matemática formal. De outro, a fluidez da matemática informal.

Considerando esta premissa, aqui intencionamos navegar entre os dois lados das margens do conhecimento matemático: Do lado cá, o conhecimento matemático formal que é ensinado nas salas de aula, com todo seu rigor, que exige um conjunto de habilidades para que esses conhecimentos sejam usados por aqueles que o aprendem. Do lado de lá, o conhecimento matemático informal, praticado por determinados grupos sociais, que no entendimento de Ubiratan D'Ambrosio (2005b), se refere um conjunto de valores, normas de conduta e estilos de conhecimento compartilhados por pessoas, em um determinado tempo e espaço.

Certamente, que os dois lados do conhecimento matemático são importantes e necessários, não havendo, portanto, neste estudo, a intenção de valorizar um em detrimento do outro, ambos coexistem e podem conviver harmonicamente num mesmo espaço, isto decorre em razão de que a matemática informal se produz da pluralidade de seus saberes e das experiências de um determinado contexto cultural, pois *a experiência é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca* (LARROSA, 2014, p. 18). Não havendo, portanto, como conflitar com um conhecimento matemático que tem suas origens com os povos egípcios, no início da civilização humana. A Matemática ficou então conhecida como a ciência da descrição, da demonstração e dos cálculos, como afirma o matemático Ronald Brown [1], conhecida por todos como Matemática Formal.

Neste sentido, nas experiências vivenciadas nas idas e vindas pelas ruas de rios do cenário investigado para a escrita da tese doutoral, fomos fazendo descobertas que só o campo de pesquisa pode proporcionar. Esses achados, se referem a um saber matemático que está situado num contexto, em que a natureza determina os sons que ecoam da floresta e a dança surgida do movimento das águas, criando um misto de cores, cheiros, sabores, que a Microrregião do Salgado, sabiamente estampa nas telas espelhadas nos rios de águas mansas, que nos convidam

1 Ronald Brown é um matemático inglês. Professor emérito da Escola de Ciência da Computação da Universidade de Bangor, ele é autor de muitos livros e mais de 160 artigos de periódicos (traduzido do inglês).

a um mergulho entre as descobertas matemáticas surgidas nesse cenário.

Este introito nos leva de volta ao contexto em que ocorreu a pesquisa de campo, permitindo refazer o caminho, trazer as memórias e compartilhar os achados que nos encharcaram de um saber próprio daquele lugar.

Desta forma, a partir do/no movimento feito entre as ruas de águas, surgem elementos que estão situados às margens desses rios. De um lado da margem, temos a formalidade do conhecimento matemático que independe do que vai ser ensinado, de como vai ser ensinado e para que vai ser ensinado, um saber sistematizado que está situado nas salas de aula da Educação Básica. De outro, a informalidade de um saber que está em constante movimento entre os fazeres e dizeres da cultura local.

Neste sentido, a escrita destina seu primeiro momento, ao delineamento dos saberes matemáticos formal e informal sob a luz das teorias de discutem esta temática. O segundo momento, aos procedimentos teóricos-metodológicos adotados para o desenvolvimento deste estudo. No terceiro momento, fazemos a escrita a partir das conversas com os fazedores de barco e de curral de pesca, que numa linguagem própria, deixam-se levar pelos saberes matemáticos que estão contidos em seus fazeres diários. E por fim, as reflexões que foram provocadas pelas escutas, pelos registros e pelas observações feitas no campo de investigação.

O formalismo do saber matemático

Inicialmente trazemos para esta discussão, o aspecto formal do conhecimento matemático que está assentado no jogo de convenções, nos símbolos e nas noções matemáticas fundamentais, como as de axioma, definição, hipótese e demonstração (SILVA, 2007), que se tem discutido entre os pares da matemática pura e aplicada.

De acordo com Rocha (2001), o conhecimento matemático formal é aquele adquirido em instituições de ensino, no qual o professor utiliza materiais didáticos para fazer a mediação entre o educando e a cultura. No entanto, o ensino nas escolas ainda ocorre de forma mecânica, por meio de um conjunto de signos, símbolos, fórmulas, regras e macetes que servem para memorizar "conteúdos os quais eles jamais utilizaram, a não ser nas aulas de matemática, como, por exemplo, expressões numéricas enormes, racionalização de denominadores, operações entre radicais, máximo divisor comum" (ROCHA, 2001, p.23).

Nesta perspectiva, o ensino da Matemática ainda se faz dentro uma prática tradicional, que se caracteriza por ser centrada no professor como o detentor e transmissor do conhecimento. O aluno por sua vez, assume o papel da passividade, que consiste na memorização e repetição daquilo que é ensinado pelo professor e devolvido nas provas bimestrais, aplicadas pela maioria dos professores de matemática como o instrumento mais eficaz para avaliar a aprendizagem, estes consideram a prova como a forma mais rigorosa, segura e eficaz de obter respostas sobre os conhecimentos que foram construídos pelos alunos durante as aulas.

No processo acima referido, o aspecto cognição fica em segundo plano, pois não se leva em conta os saberes já construídos pelos alunos, o que é lamentável, pois cada um de nós traz uma bagagem cultural, que nos permite, por meio um saber da cognição, fazer interações com o conhecimento científico.

Para Ausubel (2003), o conhecimento é o produto de um processo psicológico cognitivo que envolve a interação entre as ideias que são significativas para o sujeito, o conhecimento prévio que ele possui e que é relevante para a estrutura cognitiva do mesmo, e o "mecanismo mental" que o indivíduo utiliza para captar, reter, analisar e criar significado para as informações.

Neste sentido, podemos afirmar que no ensino de conteúdos matemáticos, o aspecto cognitivo tem grande relevância, considerando-se que esta cognição decorre da convivência, da cultura e da interação com seus pares, no contexto em que este aluno se insere.

Cognição Matemática

A aprendizagem de determinados conteúdos matemáticos é vista pela maioria dos estudantes, como algo difícil e pouco convidativo, *o conteúdo memorizado interage com o sistema cognitivo apenas de forma "arbitrária e literal* (AUSUBEL, 2003, p.20), pois este é um processo que se faz dos sentidos e dos significados que cada sujeito atribui ao objeto.

No entanto, todo aquele que está em idade escolar, deve fazer a aquisição dos conhecimentos que estão situados na sala de aula onde o ensino acontece. Porém, esse processo nem sempre é uma tarefa fácil, outros elementos como: a emoção, as experiências, os sentidos, os significados, os aspectos culturais, entre outros que estão presentes no ambiente escolar e, interferem nesse processo.

No movimento feito para aprender determinado conteúdo, somos expostos a ações demandadas pelos aspectos físicos e mentais sobre o objeto. Este movimento pode ser compreendido no que Piaget (1975), denomina como um desequilíbrio necessário para que haja a assimilação ou acomodação, que é quando a informação já foi registrada pela memória. No entanto, para que este registro ocorra, necessário se faz, uma organização interna que parte de uma subjetivação que é elaborada pela pessoa quando ocorre a aprendizagem. Aprendizagem, é aqui entendida, como a aquisição de uma resposta particular, aprendida em função da experiência, obtida de forma sistemática ou não (MACEDO, 1994).

Nesta discussão, não podemos ignorar o papel desempenhado pelo professor de Matemática, que implicitamente, está relacionado tanto ao aprender do aluno que traz para a sala de aula, saberes construídos das experiências adquiridas no seu dia a dia, quanto a ação de ensinar que requer do professor, uma disponibilidade cognitiva e afetiva, pois sua relação com a disciplina poderá influenciar no valor e na emoção do estudante (SILVEIRA, 2007). A partir deste entendimento, abre-se a passagem para o outro lado da margem do rio. O lado de um saber matemático construído das experiências e das relações de informalidade com esse saber.

A informalidade do saber matemático

Aqui compreende-se o saber matemático informal, como aquele que tem suas origens fora do convencional, da formalidade e da rigidez da sala de aula. Este se faz, das idas e vindas, das entradas e saídas, das influências advindas da família e da cultura de um determinado contexto, que significa uma matemática:

> Não acadêmica e não sistematizada, isto é, a matemática oral, informal, "espontânea" e, às vezes, oculta ou congelada, produzida e aplicada por grupos culturais específicos (indígenas, favelados, analfabetos, agricultores...). Isto é, seria uma maneira muito particular de grupos culturais específicos realizarem as tarefas de classificar, ordenar, inferir e modelar. (FIORENTINI, 1994, p. 59).

A esta assertiva, acrescenta-se as ideias de Gohn (2006), ao defender que a educação informal não é organizada, os conhecimentos não são sistematizados e são repassados a partir das práticas e experiência anteriores, usualmente é o passado orientando o presente, pois ela atua no campo das emoções e dos sentimentos.

Neste sentido, a matemática informal se desenvolve de acordo com a necessidade de

cada indivíduo, pois ela nasce das experiências surgidas nas vivências e, toma corpo de acordo com as formas estabelecidas pela cultura dos grupos em que este saber se insere.

Para Gohn (2006), a educação informal adota como método, aquilo que nasce da problematização da vida cotidiana; os conteúdos emergem a partir dos temas que se colocam como necessidades, carências, desafios, obstáculos ou ações empreendedoras a serem realizadas; os conteúdos não são dados a *priori*. São construídos no processo. O método passa pela sistematização dos modos de agir e de pensar o mundo que circunda as pessoas.

Ainda segundo a autora, a educação informal tem um caráter humanista, em que os caminhos, percursos, metas, objetivos estratégicos podem ser alterados constantemente, pois o dinamismo, a mudança, o movimento da realidade segundo o desenrolar dos acontecimentos, são as marcas que singularizam a educação não-formal.

Posto isto, destacamos aqui as conceituações feitas por Gohn (2006), que definem os modos de aprender nas duas formas de educação.

> Na educação formal espera-se, sobretudo, que haja uma aprendizagem efetiva (que, infelizmente nem sempre ocorre), além da certificação e titulação que capacitam os indivíduos a seguir para graus mais avançados. Na educação informal, os resultados não são esperados, eles simplesmente acontecem a partir do desenvolvimento do senso comum nos indivíduos, senso este que orienta suas formas de pensar e agir espontaneamente (p. 30).

Desta forma, compreende-se que a matemática formal, assim como a educação, exige-se uma organização curricular, tempo, espaço e formação adequada para desenvolver as competências e habilidades dos estudantes, por meio do ensino de conteúdos sistematizados, que estão atrelados a regulamentos dos sistemas educacionais e distanciados da realidade dos estudantes. Estes estudantes por sua vez, não conseguem fazer a aplicação desse conhecimento, em situações práticas, pois esta dificuldade pode ser resultado da não valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes e do desconhecimento do que é relevante no dia a dia desses indivíduos.

A matemática informal, por sua vez, faz o caminho reverso, ou seja, não se prende as convenções, não exige uma organização e, os conhecimentos não estão atrelados aos sistemas, estes se constroem e são construídos a luz das experiências, que se consolidam pela conexão existente entre o velho e o novo, entre o vivido e o que estar por vir, atuando diretamente sobre os aspectos subjetivos de um determinado grupo, dando a este o sentimento de pertencimento do conhecimento produzido, instituindo o capital cultural do grupo social.

Ao nos referirmos à informalidade do saber matemático, consideramos relevante trazer aspectos que são característicos daqueles indivíduos que apesar da pouca ou nenhuma escolaridade, são capazes de encontrar elementos que podem apontar formas para a resolução dos problemas surgidos no cotidiano desses mesmos indivíduos.

A esse respeito, Brito (2006), afirma que:

> [...] pessoas pouco escolarizadas que não dominam a matemática escrita (armar contas, usar algoritmos) são capazes de realizar cálculos mentais complexos ao se engajar em atividades de compra e venda nas ruas ou na feira: passam o troco de forma apropriada, calculam o aumento dos produtos ou o desconto que podem dar ao freguês [...]. Essas pessoas, apesar das limitações com a matemática escrita, demonstram certo nível de numeralização (BRITO 2006, p.84).

Ao fazer reflexões sobre esta afirmativa, nos permitimos inferir que pessoas com estas características, nem sempre são bem-vindas em ambientes onde os conhecimentos da matemática formal são mais valorizados. Assim como, não se leva em conta, o saber informal construído por vias não convencionais, ou seja, aqueles que são feitos a partir das experiências praticadas pelos sujeitos dentro ou fora de seu grupo social.

Pressupostos teóricos-metodológicos para a análise das conversas

> Não acredito que haja um único design para a metodologia de uma investigação … [uma] boa metodologia para um estudo, tal como um bom design para um barco, deve ajudá-lo a atingir o destino de modo seguro e eficiente (MAXWELL, 1996).

Ao fazer o design de um barco, deve-se estar atento a todos os elementos que compõem essa estrutura, na perspectiva de que o resultado final possibilite navegar de forma segura na direção que se quer chegar. Da mesma forma, a metodologia de investigação deve ser como a bússola que aponta os rumos que o pesquisador deverá seguir, para obtenção das informações necessárias à compreensão de seu objeto de estudo. No entanto, ela não pode ser amarras que prendem o pesquisador ao método, nem tão pouco, como uma camisa de força ou viseira. Mas, como uma caixa de ferramentas ou lentes (DELEUZE e GUATTARI, 1995).

Deste ponto de vista, a metodologia deve ser compreendida como elemento mediador do caminho a ser seguido. Contudo, não deve ser castradora da criatividade do pesquisador, pois o ambiente investigado pode apontar outros rumos que nem sempre estão contemplados no método escolhido. Neste sentido, o pesquisador deve sim, adotar um procedimento metodológico, mas precisa ter claro que uma pesquisa de campo sempre pode surpreender com situações que fogem ao que determina o método, situações estas que só são identificadas a partir do olhar, do ver e do enxergar do pesquisador no cenário em que a investigação acontece.

Na escrita deste artigo não consideramos o objeto central que deu origem a pesquisa para a construção da tese. Nos detemos em trazer os achados deste estudo que surgiram das observações, dos registros e das escutas de outros informantes, que não poderíamos nos abster de tecer comentários acerca dos saberes matemáticos que são construídos, tanto das experiências quanto das práticas laborais desses informantes, que consideramos como um convite para olhar esses saberes, como facilitadores da aprendizagem de conteúdos matemáticos não só da Microrregião do Salgado onde este estudo foi realizado, mas, como também, serem compreendidos como elementos auxiliares em outros contextos. Logo, a pertinência deste estudo, inscreve-se num movimento amplo de investigação, que nos levou a apontar os achados que se configuram nas práticas do barqueiro e do curraleiro.

Desta forma, neste momento, ocupo-me em apresentar as características metodológicas assumidas nesta investigação, na intenção de fazer o percurso que nos levou a optar pelo estudo numa abordagem qualitativa, defendida por Strauss e Corbin (1990), como uma abordagem que permite conjeturar diferentes denominações para diferentes pesquisadores, pois pode ser entendida como um tipo de pesquisa em que os resultados obtidos, são derivados de diversos meios como: observação, entrevistas, registos em vídeo, anotações de campo, entre outros, que o pesquisador pode lançar mão para constituir informações, razão esta que faz da pesquisa qualitativa, uma abordagem usada frequentemente em investigações realizadas nas Ciências Sociais, por possibilitar maior aproximação entre o pesquisador e os informantes em contexto natural, em que situa-se o objeto de investigação, possibilitando a geração de resultados e teorias compreensíveis e empiricamente credíveis.

Neste sentido,

> Os métodos qualitativos devem ser utilizados para descobrir e compreender o que está por trás de cada fenômeno sobre o qual pouco ou nada se sabe ... e permite conhecer os pormenores complexos do fenômeno, difíceis de descobrir com os métodos quantitativos (STRAUSS e CORBIN, 1990, p.19).

Para estes teóricos, a pesquisa qualitativa possibilita que os processos de análise e/ou interpretação incluam técnicas para o tratamento dos dados, levando a construção de relatórios escritos e orais por meio de comentários interpretativos que podem ter uma natureza teórica ou não.

Posto isto, sinalizamos que as conversas mantidas com os informantes e que deram origem a este artigo que tem como objetivo *fazer reflexões acerca do saber matemático da informalidade cultural, como elemento de uma cognição matemática*, não ocorreram de forma intencional, mas da casualidade provocada pela observação do contexto e suas interferências conjeturais, que nos motivou a fazer a escuta desses informantes.

Desta feita, não houve a elaboração de nenhum instrumento previamente organizado, pois esses informantes, surgem sem aviso prévio, ou seja, nas caminhadas ao longo das margens dos rios da Microrregião do Salgado, que após conversa casual, estes permitiram que fizéssemos o registro das conversas que surgiram a partir de nossa curiosidade em saber mais sobre as atividades práticas desenvolvidas por esses informantes.

Apesar de não haver, a princípio, um propósito com esta escuta, registramos as conversas com os senhores Manoel (curraleiro)[2] e Benedito (barqueiro)[3] , utilizando a técnica de Entrevista Compreensiva (KAUFMANN, 2013), que tem como princípio, a formalização de um conhecimento pessoal advindo do trabalho de campo não como uma simples técnica, mas como *[...] um método de trabalho diferenciado e com propósitos claros, visando à produção teórica a partir dos dados e está situada no cruzamento de diversas influências* (Ibidem p. 27), fazendo da entrevista, uma fonte inesgotável de informações, cuja compreensão nunca se dará em sua totalidade, havendo a necessidade de retomadas constantes às informações constituídas, na tentativa de encontrar saberes escondidos que não foram ditos, mas que ficaram nas entrelinhas das frases entrecortadas de silêncio.

Neste sentido, consideramos a entrevista não apenas como *[...] uma simples técnica de recolhimento de dados (*KAUFMANN, 2013, p. 89), mas, como um descritor de uma rede conceitual que se compõe dos sentidos e dos significados atribuídos pelo barqueiro e pelo curraleiro às atividades praticadas por eles.

As conversas com estes informantes foram registradas em seus contextos de prática, utilizando a narrativa como ferramenta de escuta, isto se justifica por ser o método narrativo um caminho para pensar e falar sobre a experiência. Kaufmann (2013) defende que [...] *toda pesquisa deveria poder ser exposta de forma seguida, uma espécie de narrativa argumentativa* (p. 149). Esse argumento do autor preconiza a relevância do uso da narrativa como ferramenta de escuta em pesquisas de natureza qualitativa, especialmente, quando se intenciona dar voz aos sujeitos, pois estudar uma experiência de vida seria a palavra-chave para a Educação (DEWEY, 1976).

Desta forma, a abordagem teórico-metodológica que sustenta a análise a ser utilizada nesta investigação é a da Análise da Conversa (AC), que se caracteriza por buscar compreender

2 Construtor de currais de pesca na Microrregião do Salgado

3 Construtor de barcos de pesca na Microrregião do Salgado

os métodos utilizados pelos próprios atores sociais, enquanto desempenham seus diferentes papéis. Passuello e Ostermann (2007), explicam que nesta abordagem se estuda a fala das pessoas propriamente dita e, não seus pensamentos, emoções, atitudes, crenças ou experiências de vida, que são assumidos como subjacentes à fala (e que podem ser expressos por meio dela).

A Análise da Conversa, designa a análise de senso comum e emprega uma abordagem radicalmente naturalista, nas quais os conceitos são derivados da rigorosa observação de ações e situações naturalmente ocorrentes, que são gravadas e posteriormente transcritas e analisadas, como sinaliza Garfinkel (1986) apontado por Watson e Gastaldo (2015). Este foi o procedimento por nós adotado, para analisar as conversas com o senhor Manoel (curraleiro) e o senhor Bendito (barqueiro).

Destaca-se que a Análise da Conversa foi criado por Harvey Sacks, como uma abordagem da Etnometodologia (EM), um ramo das ciências sociais, que busca estudar as pessoas singulares em suas ações cotidianas e, os modos pelos quais elas, em interação, fazem sentido ao mundo (WATSON e GASTALDO, 2015), pois o que importa para a Etnometodologia, são os pontos de vista das pessoas, as maneiras como elas, coletivamente, produzem saberes sociológicos e teorias sociais na prática, isto é, os entendimentos dessas pessoas sobre o que seja a sociedade e como ela se manifesta na vida cotidiana, com o objetivo de encontrar ordem no concreto e não no abstrato.

De acordo com Watson e Gastaldo (2015), a Etnometodologia, é uma abordagem naturalista das ciências sociais, criada pelo sociólogo americano Harold Garfinkel no final dos anos de 1960, que se refere ao estudo (*logos*) dos *métodos* usados pelas pessoas/grupos (*ethnos*) em suas vidas cotidianas, entendidos como processos de produção de sentido e tem como principal objeto de interesse, os métodos culturais usados pelas pessoas comuns para fazer sentido às coisas do mundo.

Para Garfinkel (1986), a Etnometodologia (EM) não é um individualismo metodológico, mas uma sociologia das práticas coletivamente empreendidas, vista do modo como são compreendidas pelas próprias pessoas que dela participam, o que a faz diferente, pois a EM busca encontrar, descrever e analisar, os fenômenos sociais em nível local, direcionando a atenção do analista para além das teorias, para o mundo real, pois o que interessa é no *como* as coisas são ditas, mais do que no que que está sendo dito.

Em consonância com a abordagem teórico-metodológica aqui proposta, as informações utilizadas para esta pesquisa foram colhidas no ambiente natural, em que os fatos, as situações ocorrem no dia a dia dos participantes sem a nossa intervenção. Dessa forma, reafirmamos que não foram criados instrumentos prévios de coleta de informações como questionários, entrevistas ou experimentos com intervenções.

Assim, a feitura deste percurso metodológico, nos leva a compreender a importância de não perder o fio condutor da investigação, razão essa que nos deixa à vontade para dizer que aqui, fizemos referência a um indicativo do possível percurso que a pesquisa seguiu, considerando que este caminho, não estava preso as amarras dos métodos, pois temos responsabilidades sociais sobre o conhecimento produzido. Portanto, podendo agir sobre esse conhecimento dando-lhe um toque de pertencimento.

Dando prosseguimento a esta escrita, chegamos no terceiro momento, em que usamos como instrumental analítico a Análise da Conversa, que proporciona meios para intermediar as conversas mantidas com os fazedores de barco e de curral de pesca, que numa linguagem própria, nos levam e deixam-se levar pelos saberes que estão contidos nas suas experiências e nos seus fazeres diários.

A Linguagem como elemento de uma Cognição Matemática

Quando de nossa permanência no campo de pesquisa, fomos contagiados pelas crenças, valores, costumes, saberes, fazeres e linguagens que são características da Microrregião do Salgado, que carregam a marca de um povo que vive da pesca, da agricultura e de outras práticas, como a feitura de barcos e de currais de pesca, como praticadas pelo seu Manoel e seu Benedito, os atores sociais que participaram desta conversa.

Desta forma, fazer reflexões acerca do conhecimento matemático informal, pressupõe fazer abordagens sobre a linguagem matemática na perspectiva de compreender que essa linguagem, também é um elemento que compõe parte do saber próprio de um determinado grupo cultural, pois cada um desses grupos, tem uma linguagem que somadas aos números, aos símbolos, compõem o todo do conhecimento matemático.

Neste sentido, falar de linguagem matemática não se desvincula dos números, pois a matemática ou aritmética pode ser pensada como um sistema de linguagem, que em vez de letras e palavras, utiliza símbolos numéricos, como sugerem Fonseca (1984, 1986, 1999) e Kirk, Gallagher e Anastasiow (1999).

Estes autores apontam que a leitura e a aritmética são similares de muitas maneiras, pois números e palavras substituem conceitos, existem sistemas de regras para orientar o uso correto de números e palavras. Assim, suportando-se na hierarquia da linguagem, estes autores propõem a existência de quatro níveis da linguagem:

- Linguagem interior (não verbal e verbal);
- Linguagem auditiva ou falada, que envolve um nível receptivo (compreensão) e um nível expressivo (fala);
- Linguagem visual ou escrita, que envolve igualmente um nível receptivo (leitura) e um nível expressivo (escrita); e
- Linguagem conceptual ou quantitativa.

Quando da audição para transcrição das conversas feitas com seu Benedito e seu Manoel, ficou evidenciado uma linguagem, de nível tanto receptiva quanto conceitual, pois estes fazem uso dessa linguagem para darem sentido aquilo que queriam expressar. Isto fica perceptível nas conversas analisadas nos excertos, que pode ser definida como uma [...] *linguagem falada produzida de forma completamente independente de ações do/a pesquisador/a* (POTTER, 2004, p. 205).

Tomando a Análise da Conversa como pressuposto teórico-metodológico, para fazer a análise das conversas feitas com seu Benedito e seu Manoel, esta escrita tem como objetivo, *fazer reflexões acerca do saber matemático da informalidade cultural, como elemento de uma cognição matemática,* na perspectiva de demonstrar, entre outros, que esse saber associado a uma linguagem, aos símbolos e aos números de um saber matemático escolar, podem contribuir para a compreensão de conteúdos matemáticos, tornando-os mais significativos, tanto para aos saberes próprios da cultura local, quanto de outros contextos.

A partir da compreensão do objetivo deste estudo e das observações feitas nas práticas artesanais do barqueiro e do curraleiro. Percebemos que seu Benedito demonstrava segurança e precisão ao fazer os traços e cortes na madeira que daria forma e vida ao barco. Nesta observação, constata-se uma assimetria que é exercida por meio de diferentes fenômenos interacionais, tais como: da escolha que fizemos em relação as perguntas para iniciar a conversa; da interrupção feita pela fala do seu Benedito (B) e do saber matemático que foi sendo apanhado ao longo da prática. E dos eventos discursivos (partes que compõem a entrevista, analisadas nos Excertos

1 e 2) que foram direcionados quando fizemos (P) o anúncio para o início de nossa conversa com seu Benedito (B), evidenciadas neste primeiro excerto.

Primeiro Excerto

1. P - **O senhor pode me falar como se faz um barco?**
2. B - *Quando a **gente vai fazer um barco** a única coisa que importa é o tamanho* (saberes da prática)
3. B - *Se é **grande**, se é **pequeno*** – (cognição matemática)
4. B – *O **freguês** é quem manda* – (herança cultural)
5. P - **E como faz para ficar com esse formato?**
6. B - *A gente vai **cortando** as peças* (saberes da prática)
7. B - *Aí a gente vai medindo os **palmos*** – (cognição matemática)
8. B - *E **montando** as partes do barco* (saberes da prática).
9. P – **Mas como o senhor faz para ficar tudo certinho?**
10. B – *Depois de **muito tempo** fazendo a mesma coisa, a gente acaba pegando o jeito (saber da cultura).*

Neste primeiro excerto, fica evidenciado (*linhas* 2, 6, 8,) que o conhecimento *cognitivo* usado por seu Bendito na feitura do barco, é o que conduz a atividade prática desenvolvida por ele, não havendo a necessidade de nenhum planejamento a priori, as coordenadas são estabelecidas de uma outra forma, ou seja, é o *freguês quem manda.*

Observa-se ainda, que seu Benedito usa uma linguagem própria para explicar o passo a passo dessa construção, em que se identifica (*linhas* 3 e 7) o uso de medidas geométricas (*pequeno, grande, palmos*), expressadas numa linguagem própria. Nesta conversa, observamos (*linhas 4 e 10*) que seu Benedito tem o respeito, como uma herança cultural que foi sendo herdada ao longo dos seus 68 anos.

Segundo Excerto

1. P – ***Ao faz um barco, o senhor usa os conhecimentos da matemática****?*
2. *B - Faço tudo de **cabeça*** - (saberes da cognição)
3. *B - Nunca **aprendi matemática**. É **muito difícil*** - (ausência do saber matemático formal)
4. **P – Mas como o senhor faz para ter as medidas do tamanho do barco?**
5. *B - Quando eu faço o barco, não faço nenhuma conta* - (saber da cognição)
6. *B - Tiro as medidas e vou talhando a madeira* - (saberes da prática)
7. *B - Depois a gente vai ajeitando, ajeitando até ficar tudo certinho* – (herança cultural)
8. **P – Mas não tem perigo de afundar?**
9. *B - Não. Fica bem feito e seguro para andar nas águas grandes* – (herança cultural)
10. **P – E a Matemática?**
11. *B – Acho que ela tá aí pelo meio (risos)* - (ausência do saber matemático formal).

No segundo excerto, identificamos (*linhas 2 e 5*) que ao fazer os traços do barco, seu Benedito faz uso de um saber da *cognição* que foi desenvolvido ao longo da vida e aperfeiçoado pela prática exercida na feitura de uma infinidade de barcos já construídos. E mesmo desconhecendo (*linhas 3 e 11*) os conhecimentos matemáticos, ele faz uso desse conhecimento por métodos próprios, de um saber (*linha 6*) aprendido a partir da observação, da experiência e da

prática no exercício da profissão, que pode ser compreendido na perspectiva do saber prático e experiencial, [...] *que de um modo geral, é o fato de se originarem da prática cotidiana da profissão e serem por ela validada* (TARDIF, 2014, p. 48), pois configuram-se naquilo que ele foi capaz de aprender, somar outros elementos e colocar a serviço da comunidade por meio da capacidade de construir barcos (*linhas 7 e 9*), que são ferramentas necessárias para o desempenho de atividades diárias da comunidade pesqueira e, que sem esse saber, essas práticas, certamente, ficariam comprometidas.

Para Passuello e Ostermann (2007), é na análise da uma conversa etnometodológica que as interações no mundo são um fato social, daí a necessidade de estudar a fala *nas* práticas sociais. Neste sentido é importante considerar que,

> O foco de atenção não é a linguagem na condição de um sistema abstrato de regras, mas a linguagem é tomada como o meio para interação. A análise da conversa de base etnometodológica torna-se, assim, a análise do que as pessoas fazem de fato, de suas ações por meio da linguagem (POTTER, 2004, p. 203).

Baseados na assertiva de Potter (2004), o que se constata com a análise do primeiro e segundo excertos, é que ao dar sentido às ações práticas, de certa forma, a pessoa está demonstrando, por meio da linguagem, um sentimento de pertencimento a aquilo que ela faz, ou seja, seu saber.

Não diferente das observações feitas na construção do barco por seu Benedito, também não passou despercebido, a forma com que o seu Manoel constrói os currais de pesca. Da mesma forma, nos aproximamos, conversamos informalmente e, depois fizemos o registro da conversa para saber os métodos, as técnicas e as ferramentas usadas por seu Manoel na feitura do curral. Consideramos esta conversa como outro grande achado, nas andanças por entre as ruas de os rios da Microrregião do Salgado.

Seu Manoel constrói currais a mais de 40 anos, ofício que foi aprendido com seu pai, este por sua vez, aprendeu com o pai dele, ou seja, aqui se configura um saber que não está nos livros e nem nos bancos escolares. Mas, num saber que se constrói ao sabor das águas, da enchente ou vazante das marés.

O curral de pesca que é construído por seu Manoel, não precisa de nenhum instrumento tecnológico avançado para fazer a marcação das linhas, essa marcação ocorre a partir da direção da correnteza determina uma angulação simétrica por meio de uma linha imaginária. Aqui se evidencia a geometria como elemento essencial nessa feitura.

Apesar do conhecimento matemático fortemente existente nesse processo, seu Manoel, lança mão de outros saberes que são construídos a partir de uma cultura de convivência, da observação e do respeito pela natureza que determina a condução da feitura do curral. Fiquei por algum tempo, observando o trabalho do seu Manoel e, ficamos curiosos para saber como ele conseguia fazer o curral sem usar nenhum instrumento especial para esse fim.

Assim como ocorreu com a conversa com seu Benedito. Também demos início aos eventos discursivos ((partes que compõem as conversas analisadas nos Excertos 3 e 4), quando anunciamos (P) ao seu Manoel (M), que daríamos início a nossa conversa. O detalhamento desta conversa está no terceiro excerto. Vale destacar que apesar de ser uma nova conversa, mantemos a sequência dos excertos.

Terceiro Excerto

1. P – **O que o senhor leva em conta na hora de construir um curral?**
2. M - *Prá fazer um curral* ***é preciso ter certa ciência*** - (saber da cultura)
3. *M - A gente precisa* ***saber a fase da lua*** - (saber da cultura)
4. *M – É ela que vai* ***influenciar no movimento*** *da maré* - (saber da cultura)
5. *M - Tem que* ***saber a direção*** *da correnteza* - (saber da cultura)
6. *M - É a* ***correnteza*** *que vai me dizer* - (saber da cultura)
7. *M - O* ***tanto*** *que eu tenho que abrir ou fechar a entrada do curral* - (saber da cultura)
8. *P –* **Mas como o senhor faz para marcar onde vai começar o curral?**
9. *M - A gente olha,* ***traça uma linha reta*** *na cabeça* - (saber da prática)
10. *M - Finca uma estaca que dá início a construção do curral* - (saber da prática)
11. *M – E* ***dependendo do modelo****, outras estacas vão sendo fincadas* - (saber da prática)
12. *M - Fazendo a cerca até fechar* - (saber da prática)
13. *P –* **Como o senhor faz para medir o tamanho do curral?**
14. *M – O tamanho é medido em* ***palmos, braças*** (cognição matemática)
15. *M - Depende do* ***tamanho*** *que a gente vai fazer* (saber da prática)
16. *P –* **Já aconteceu de a construção do curral não dar certo?**
17. *M – Sim. Tudo* ***depende do tempo*** – (saber da cultura)
18. *M -* ***Quando*** *chove muito, as águas* ***ficam*** *mais agitadas* - (saber da cultura)
19. *M - Aí as* ***medidas*** *podem sair* ***erradas*** *e não dá* ***certo*** - (saber da cultura)

Neste excerto fica evidente que seu Manoel, utiliza saberes que lhes são próprios, especialmente, no que se refere aos saberes da (*linhas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 17, 18 e 19*) natureza, pois esses saberes (*...a fase da lua. A direção da correnteza. O movimento da maré. Tudo depende do tempo. Quando chove muito, as águas ficam mais agitadas...*) vão determinar, em grande parte, o andamento da construção do curral. Associa-se a estes, os saberes (*linhas 9, 10, 12 e 15*) da prática que dão o tom para avançar na finalização da obra.

Para Ledoux (2016), os saberes que se fazem no cotidiano, construído de diferentes e variadas formas de apropriação e, das fontes que são mobilizadas pelo profissional, em resposta às necessidades surgidas no exercício da profissão é o que faz do saber profissional, um saber plural.

Certamente que seu Manoel não poderia deixar de apontar, mesmo de forma involuntária, um saber da (linha 14) cognição matemática, ao apontar por meio de uma linguagem matemática (*palmos, braças*), que ele domina, do lugar de onde fala, onde constrói seus saberes, para dizer o tamanho do curral.

Em se tratando do lugar de aquisição dos saberes, que na concepção de Platão, pode ser visto como o "*lugar*" onde o homem "*faz a sua história*", considera-se que o processo de constituição do profissional, não se restringe ao presente (GAUTHIER et al, 1998).

Assim como seu Benedito, seu Manoel também faz uso de unidades de medidas (*palmos, braças*) para construir os currais. Apesar de ter noção de que a matemática está implícita na atividade desenvolvida por ele, mesmo assim, não sabe dizer de que forma ou em que momento esse conhecimento matemático existe na feitura do curral, é que se observa no quarto excerto.

Quarto Excerto

1. *P* - **O senhor usa a Matemática para fazer os currais?**
2. *M - A* matemática entra sim *quando a gente faz o curral* - (saber da cultura)
3. *M - Mas não sei dizer direitinho* onde *fica* - (saber da cultura)
4. *M - Acho que é no tamanho* - (saber da prática)
5. *P*- **Como o senhor faz para medir o tamanho do curral?**
6. *M - A gente faz a medida em* palmos e braças – (cognição matemática)
7. *M - Pega um barbante e mede tantos palmos* – (cognição matemática)
8. *M - Tantas braças para fazer a medição* – (cognição matemática)
9. *P* – **Usar essa forma de medir dá certo?**
10. *M - A* prática *que a gente já tem, ajuda muito* – (saber da prática)
11. *M - Então a* ***gente não se preocupa*** *com a matemática* – (saber da prática)
12. *P* – **O saber matemático é importante para fazer o curral?**
13. M – *Sim, mas a gente já tem um* ***saber próprio*** – (saber da prática)
14. *M - Não precisa ficar* ***fazendo conta*** – (saber da prática)
15. *M - E no fim dá* ***tudo certo*** – (saber da cultura).

Desta feita, os conhecimentos matemáticos sistematizados ensinados nos bancos da escola aqui ausentes (seu Manoel é analfabeto), dão lugar ao saber da cognição (*linhas 6, 7 e 8*) matemática que é aprendida na prática, pois que, a feitura do curral se prende a dois fatores de ordem natural. Primeiro é o movimento da maré, que por sua vez, ocorre de acordo com a fase da lua. Segundo, pela estação das chuvas que determina o fluxo dos cardumes, influenciando nos períodos de safra, que por sua vez, demandam o aumento da construção de currais.

Neste sentido, podemos afirmar que [...] *é no exercício cotidiano de sua função que os condicionantes aparecem relacionados a situações concretas que não são passiveis de definições acabadas e que exigem improvisação e habilidade pessoal* (TARDIF, 2014, p. 49).

Existem ainda, os fatores de ordem (l*inhas 4, 10, 11, 13 e 14*) prática, ou seja, o modelo (*coração, caçoeira, cachimbo*)[4] , o tamanho (*a gente faz a medida em palmos e braças*)[5] , do curral que se quer construir. Esse saber não foi aprendido nos livros didáticos usados nas salas de aula pelo professor de Matemática, mas nos livros onde suas linhas são escritas pela própria vida desses fazedores de encanto e do lugar de onde falam.

Os saberes do seu Benedito e do seu Manoel, podem ser compreendidos como saberes temporais, pois foram construídos durante suas histórias de vida, por meio de um repertório de ensinamentos que foram se somando e se armazenando ao longo do tempo, quando [...] *as experiências formadoras vividas na família que se dão antes mesmo que a pessoa tenha desenvolvido um aparelho cognitivo aprimorado para nomear e indicar o que ela retém dessas experiências* (TARDIF, 2014, p. 67).

Os saberes evidenciados nas análises das conversas, nos permitem inferir que os saberes matemáticos formais aprendidos na escola, têm pouca visibilidade nos excertos analisados. Em contrapartida, os saberes matemáticos da informalidade, aprendidos fora dos livros didáticos ou

4 Ver mais sobre o assunto em: FURTADO, Lourdes Gonçalves. *Curralistas e Redeiros de Marudá*: pescadores do litoral do Pará. Belém: Museu Goeldi, 1987.

5 Ver mais sobre o assunto em: FURTADO, Lourdes Gonçalves. *Curralistas e Redeiros de Marudá*: pescadores do litoral do Pará. Belém: Museu Goeldi, 1987.

5 **Palmo** é uma medida de comprimento que se obtém com a mão toda aberta, medindo do dedo polegar ao mínimo, cuja distância gira em torno de 22 centímetros e **Braça** é uma antiga medida de comprimento equivalente a 2,2 metros. Apesar de antigas, atualmente ainda é usada e compreendida por muitos trabalhadores rurais e outras pessoas envolvidas com o meio rural. https://pt.wikipedia.org/wiki/Palmobraça.

dos conteúdos matemáticos ensinados na sala de aula, são mais frequentes, pois estes saberes se constroem na cultura, na história, na memória e no dia a dia de pessoas que fazem uso de saberes matemáticos sem que estes tenham sidos ensinados de forma sistematizada, mas que decorrem na/da vivencia com seus pares e da *repetição multicontextual de uma ideia consolidada hipoteticamente mais na memória do que as repetições dentro do mesmo contexto* (AUSUBEL, 2003, p.14), ou seja, é no dizer e no fazer que o conhecimento de um determinado contexto, ganha força e se firma como um saber próprio da cultura um grupo social.

A saída do cenário pelas ruas de rios

Ao refazer o caminho, rememorar as experiências vivenciadas nesse lugar, confirmam que a pesquisa tem o grande mérito de nos aproximar de determinados contextos, que podem nos revelar saberes (*para construir barcos e currais*), que mesmo distantes de nossa prática como professora formadora de professores, trazem grandes ensinamentos tanto para nosso crescimento profissional quanto pessoal.

Portanto, fazer uso de um saber próprio para a construção de barcos e currais, podem ser vistos como elementos de uma cognição matemática, além de ser uma ferramenta auxiliar interessante para mediar o ensino de conteúdos matemáticos nas escolas da Microrregião do Salgado ou fora dela.

Desta forma, os estudos realizados ao longo deste processo, seja das leituras das teorias que fazem parte do corpus deste artigo, seja da observação, das escutas e da análise das conversas com seu Benedito e seu Manoel, conseguimos identificar a partir da linguagem destes informantes, aspectos que correspondem a um ***saber da cultura***, da ***prática*** e de uma ***cognição matemática,*** como elementos que fazem parte do construto de um ***saber matemático informal.*** Esses elementos foram/são modificadores de posturas, de comportamentos, de atitudes e, certamente, também são/vão ser modificadores de práticas sociais.

Os ensaios feitos acerca dos achados da pesquisa que se construíram ao longo de nossa permanência no campo de investigação, momento em que tivemos a oportunidade de conhecer outros saberes que não estavam nas dimensões dos saberes aprendidos nas práticas docentes, mas, que trouxeram grandes ensinamentos, a partir da interação com um cenário que congrega num mesmo espaço, beleza, curiosidades e características singulares que nos encantaram e nos fizeram acreditar que ainda existe vida para além do *iPad*, *iPhone*, *Smartphone*, *WhatsApp.*

Acreditar ainda, que as raízes, costumes, cultura, saberes e fazeres de um povo, ainda são seu maior patrimônio. Que a existência ou não da tecnologia, não interfere nos traços geométricos, das retas, dos retângulos, dos triângulos do barco que o seu Benedito (nome fictício) constrói, o que determina essa feitura são os fins a que se destina, ou seja, navegar de forma segura nas águas mansas dos rios da microrregião ou em águas mais profundas de outros mares.

Assim, terminar uma pesquisa é ter a certeza que estamos sempre começando e, acreditar que os achados encontrados nesse lugar, são somente uma parte de um todo que precisamos para continuar nossa busca. Não para encontrar verdades absolutas, mas aquelas que servem de guia para começar um novo caminho que vai nos levar ao encontro de outras verdades. E as verdades que até aqui encontramos, partilhamos com nossos pares, na perspectiva de fazer destas descobertas, outros caminhos a serem trilhados.

Referencias

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos:** Uma Perspectiva Cognitiva. Paralelo, Lisboa, 2003.

BRITO, M. R. F. **Solução de problemas e a matemática escolar.** Campinas: Alínea, 2006.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática:** elo entre as tradições e a modernidade. 2. ed. 2. reimp. Belo Horizonte: Autêntica, 2005. (Coleção Tendências em Educação Matemática).
DELEUZE, G.; GUATTARI, F. **Mil Platôs:** capitalismo e esquizofrenia. Rio de Janeiro: Editora 34, 1995. v. 1.
DEWEY, J. **Experiência e educação**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1976.
FIORENTINI, D. **Rumos da pesquisa brasileira em educação matemática:** o caso da produção científica em Cursos de Pós-Graduação. 1994. 425 f. Tese. (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
FONSECA, V. **Uma introdução às dificuldades de aprendizagem**. Lisboa: Editorial Notícias, 1984.
_____. Alguns fundamentos psiconeurológicos e psicomotores da dislexia. **Ludens**, v. 11, n. 1, p. 17-33, 1986.
_____. **Insucesso escolar** – Abordagem psicopedagógica das dificuldades de aprendizagem. Lisboa: Âncora, 1999.
GARFINKEL, H. **Studies in etnomethodology.** Englewood Cllifs: Prentice Hall, 1986.
GHAUTIER, C.; MARTINEAU, S.; DESBIENS, J. F.; MALO, A.; SIMARD, D. **Por uma teoria da pedagogia:** pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Ijuí: Unijuí, 1998.
GONÇALVES, T. O. **A construção do formador de professores de matemática:** a prática formadora. Belém, PA: Ed. CEJUP, 2006.
GOHN, M. da G. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Ensaio:** avaliação de políticas públicas educacionais, v. 14, n. 50, p. 27-38, jan./mar. 2006.
KAUFMANN, J.-C. **A entrevista compreensiva**: um guia para a pesquisa de campo. Petrópolis: Vozes, 2013.
KIRK, S. A.; GALLAGHER, J. J.; ANASTASIOW, N. J. **Educating exceptional children.** Boston: Houghton MifflinCompany, 1999.
LARROSA, J. **Tremores:** escritos sobre experiência. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2014.
LEDOUX, M. L. P. **Saberes docentes como mediadores didáticos e conceituais na formação inicial de professores de matemática.** 2016. 187 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, Cuiabá.
MACEDO, L. **Ensaios construtivistas.** 3. ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994.
PASSUELLO, C. B.; OSTERMANN, A. C. Aplicação da análise da conversa etnometodológica em entrevista de seleção: considerações sobre o gerenciamento de impressões. **Estudos de Psicologia**, v. 12, n. 3, p. 243-251, 2007.
PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.
POTTER, J. Discourse analysis as a way of analysing naturally occurring data. In: SILVERMAN, D. (Org.). **Qualitative research:** theory, method and practice. Londres: Sage, 2004. p. 200-22.
ROCHA, I. C. B. Ensino de Matemática: Formação para Exclusão ou para a Cidadania. **Educação Matemática em Revista,** ano 8, n. 9, p. 22-31, abr. 2001.
SILVA, J. J. **Filosofias da matemática.** São Paulo: Ed. da UNESP, 2007. 239 p.
SILVEIRA, W. T. N. da. **Criando ambientes matemáticos com planilhas eletrônicas.** 2007. 86 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro.
STRAUSS, A; CORBIN, J. **Basics of Qualitative research:** techniques and procedures for developing grounded theory. 2nd ed. 1990.

TARDIF, M.; LESSARD, C. **O Trabalho Docente:** elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. Petrópolis: Vozes, 2014.
WATSON, R.; GASTALDO, É. **Etnometodologia & Análise da Conversa.** Petrópolis: Vozes; Rio de Janeiro: Editora PUC-Rio, 2015.

Paula Ledoux
Universidade Federal do Pará – UFPA/Brasil
E-mail: paulaledoux@hotmail.com

Tadeu Oliver Gonçalves
Universidade Federal do Pará – UFPA/Brasil
E-mail: tadeuoliver@gmail.com

Melhorando a Epistemologia de Números Fracionários: uma Ontologia baseada na História e Neurociência*[1]

Improving the Epistemology of Fractional Numbers: An Ontology Based on History and Neuroscience

Arthur B. Powell
Rutgers University-Newark/USA

RESUMO

Neste artigo, descrevemos a importância acadêmica e social do conhecimento de fração e questionamos como ele pode tornar-se mais acessível para alunos. Para responder a essa questão, primeiro, examinamos brevemente perspectivas ontológicas e epistemológicas do tratamento dominante dos números fracionários nos livros escolares. Em seguida, examinamos uma perspectiva ontológica alternativa para o conhecimento de fração na literatura sobre a História da Matemática e a Ciência Neurocognitiva. Por meio dessa investigação, sugerimos uma alternativa às noções prevalecentes de números fracionários que prometem melhorar a compreensão dos estudantes para a representação fracionária de números racionais. Finalmente, dentro da nova perspectiva ontológica e epistemológica, indicamos questões de pesquisa que a perspectiva sugere.

Palavras-chave: Frações, Números racionais. Representações nos livros didáticos de números fracionários. História de frações. Neurociência. Razões não-simbólicas e simbólicas.

ABSTRACT

In this article, we outline the academic and social importance of fraction knowledge and question how it can be made more accessible to students. To respond to this question, we first examine briefly ontological and epistemological perspectives of the dominant treatment of fractions in school textbooks. We then examine alternative ontological perspective for fraction knowledge in literature about the history of mathematics and neurocognitive science. From this examination, we suggest an alternative to prevailing notions of fractions that hold promise to improve the students' comprehension of fractional representation of rational numbers. Finally, within the new ontological and epistemological perspective, we indicate research questions that the perspective suggests.

Keywords: Fractions, Rational numbers. Textbook representations of fractions. History of fractions. Neuroscience. Nonsymbolic and symbolic ratios.

Introdução

No Ensino Básico, um dos tópicos mais importantes é o conhecimento dos números fracionários. É o conhecimento chave para estudantes serem sucedidos na Álgebra e disciplinas matemáticas posteriores (BAILEY et al., 2012; BOOTH; NEWTON, 2012; SIEGLER et al., 2012; TORBEYNS et al., 2015). No caso da Álgebra, está repleta de exemplos direto e indiretamente relacionados às frações, tanto nas equações lineares das quais completam o quadrado perfeito, quanto na resolução de sistemas de equações lineares à resolução de equações racionais, como também razões nas probabilidades simples ao teorema binomial. Uma grande parte da base do pensamento algébrico repousa sobre um claro entendimento dos conceitos de números racionais (DRISCOLL, 1982; KIEREN, 1980; LAMON, 2005; WU, 2001) e sobre a capacidade de operar e manipular frações. Outrossim, as demais facetas da Álgebra, o conhecimento dos números fracionários dos quais são fundamentais para a compreensão das

1 Este artigo é uma elaboração a partir de uma palestra que ministrei no dia 12 de junho de 2018 na Universidade Federal de Pará para o Ciclo de Palestras Ciências, Cultura, História, e Educação, coordenado pelos Professores Carlos Aldemir Farias da Silva e Iran Abreu Mendes.

áreas avançadas como a Teoria dos Limites, o Cálculo, a Analise Numérica, a Analise Real, dentre outras.

Complementando sua importância para estudantes na escola, os números fracionários influenciam seu futuro no mercado de trabalho e, no geral, na justiça social. Controlando o QI, a educação e renda familiar, o conhecimento das frações pelos estudantes prevê sua futura ocupação e renda (RITCHIE; BATES, 2013). Então, este conhecimento faz um papel significativo nas questões de equidade social. Em várias publicações, o lutador para direitos civis dos afrodescendentes nos EUA na década 60 e fundador do projeto, Algebra Project, Bob Moses e também com seus colegas (MOSES et al., 1989; MOSES; WEST; DAVIS, 2009; MOSES, 1994; MOSES; COBB, 2001; SILVA et al., 1990) argumentam fortemente e convincentemente que, no ensino fundamental e médio, o acesso à Álgebra para estudantes afrodescendentes e outros grupos marginalizados faz parte da luta para justiça social. Por extensão, como o estudo de frações antecede o conhecimento dela e prevê desempenho na Álgebra, o acesso ao conhecimento dos números fracionários é crucial para a justiça social e o alcance da equidade social.

Embora conhecimento de frações seja essencial escolasticamente e socialmente, em muitos países, os estudantes têm dificuldades para compreender e operar com frações (OECD, 2014). Aprender frações exige não apenas proficiência processual, mas também entendimento conceitual. Tanto para os estudantes como os professores faltam o conhecimento conceitual de frações e operações (LAMON, 2007; LIN et al., 2013). Paralelamente, essa deficiência coexiste com os padrões curriculares, livros didáticos, e práticas pedagógicas atualizadas que são fundamentadas numa perspectiva ontológica e epistemológica específica. Na Educação Matemática, mesmo que hajam materiais manipulativos atrativos, os livros didáticos apresentam ilustrações atraentes que representam materiais cotidianos e as aplicativos digitais que sejam dinâmicos e permitam manipulações, (1) os conhecimentos conceituais e procedimentais de estudantes e adultos com números fracionários são de baixo desempenho (LAMON, 2007; LIN et al., 2013); (2) os professores dos anos iniciais veem como um desafio complexo ensinar frações (CLARKE et al., 2006; MA, 1999); e (3) até agora, as pesquisas em Educação Matemática não têm avançado a pratica do ensino de frações e operações com frações para que os estudantes possam construir e apropriar o conhecimento com facilidade.

Para melhorar a epistemologia de números fracionários é provável que pesquisadores e educadores de Educação Matemática precisem buscar uma ontologia nova dos mesmos. Esta ontologia pode ser encontrada fora de Educação Matemática na História de Matemática e na Ciência Neurocognitiva. Com uma ontologia nova, estas disciplinas podem indicar um caminho epistemológica e pedagógico mais promissório. Este caminho facilitará estudantes construírem e apropriarem os conhecimentos dos números fracionários, assim fará o seu estudo da Álgebra mais sucedido, aumentar a equidade e a justiça social para estudantes até agora sub-representados na Matemática, e ajudará professores que ensinam a Matemática e autores de livros didáticos entenderem representações que conformam à ontologia histórica das frações e novas dicas da Neurociência.

As visões conceituais dos objetos matemáticos têm fontes históricas que, por sua vez, podem moldar perspectivas ontológicas e epistemológicas, bem como práticas pedagógicas sobre os objetos. Para compreender sua natureza ou a ontologia de um objeto matemático, devemos começar com uma análise histórica da sua origem. A consciência da gênese do objeto influenciará nossas perspectivas acerca de como se adquire conhecimento dele, ou seja, sobre sua epistemologia.

Um exemplo deste movimento ontológico e epistemológico é o conjunto de objetos matemáticos que formam uma das representações de números racionais—os números fracioná-

rios. A seguir neste artigo, descrevemos brevemente como tipicamente os números fracionários são apresentados visualmente nos livros didáticos e questionamos quais ideias conceituais e procedimentais essas representações giram. Com uma lente crítica, examinamos os problemas epistemológicas evidenciam com a ontologia típica que sustenta o conhecimento tradicional de números fracionários. Depois, traçamos historicamente a origem desta ontologia tipicamente. Para estabelecer a base de nossa proposta ontológica, epistemológica e pedagógica para os números fracionários, íamos historicamente para as raízes das frações e fundamentar uma epistemologia nelas.

As representações atuais de frações nos livros didáticos e suas problemáticas

Tanto para professores quanto para alunos, as fontes autorizadas para o conhecimento da matemática escolar, impressas ou digitais, são livros didáticos. Eles são o principal recurso que os professores usam para planejar e ministrar suas aulas e, ao mesmo tempo, os livros didáticos são frequentemente o único recurso que os alunos acessam para aprender sobre objetos matemáticos e operações com eles. A partir de uma avaliação paralela, autores como CHINGOS e WHITEHURST (2012), FAN; ZHU e MIAO (2013) observam que "os pesquisadores geralmente concordam que os livros didáticos são considerados um grande transmissor do currículo desempenham um papel dominante nas cenas de educação moderna em diferentes disciplinas escolares" (p. 635, nossa tradução). Então, torna-se importante entender como os números fracionários são representados nos livros didáticos.

Muitas vezes, os manuais matemáticos para professores são iguais aos mesmos para estudantes, mas com anotações e comentários. As anotações incluem discussões de conceitos matemáticos e dicas didáticas. Um exemplo de um desses manuais é uma série de livros curriculares, disponível *online* e em versão impressa, que, segundo a editora, Great Minds (https://greatminds.org), em que sua utilização totaliza em 57 per cento das escolas públicas do ensino fundamental I dos Estados Unidos da América (EUA), *Eureka Math.*

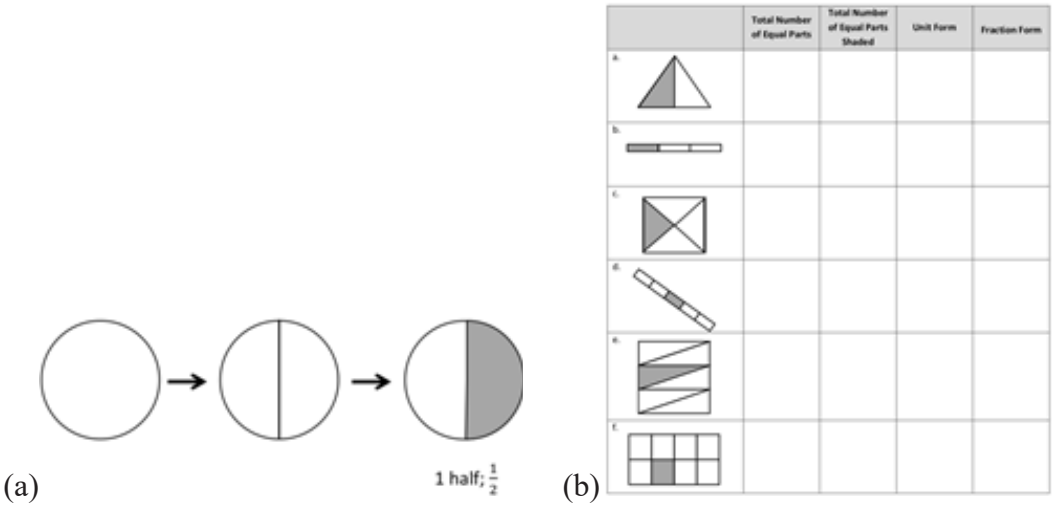
Um dos estados que usa a série é New York. Neste estado, como em outros estados dos EUA e em muitos países no mundo como no Brasil, o ensino de frações começa no terceiro ano do ensino fundamental quando os estudantes têm em volta de 8 anos de idade (OECD, 2014). Na série, *Eureka Math*, para o terceiro ano, a primeira lição trata da natureza e formação de frações, em particular as unidades de frações. Com base da Figure 1(a) e o que está escrito no livro para os professores, a ideia é que uma fração nasce da partição de uma inteira em b partes iguais e uma destas partes é a fração unitária, 1/b. Isto é dizer que a ontologia da noção de uma fração é na partição ou divisão atual de coisas. Elas podem ser regiões ou áreas de figuras geométricas ou conjuntos de itens discretas. No entanto, na Figura 1(a), o processo faz efetivamente que a coisa que era uma inteira vira em partes discretas. Então, com a partição real de cosias, uma região ou área se torna numa ítem discreta e contável.

Na Figura 1(b) apresenta-se uma ficha de trabalho onde os estudantes têm que escrever nas colunas, da esquerda para a direta, o número total de partes iguais em que a figura dada está dividida, o número total de partes sombreadas, a fração unitária em uma escrita especial—um numeral natural, ou seja, um elemento deste conjunto {1,2,3,4,…}, para o numerador e a palavra escrita para o nome do denominador da fração—e a fração unitária completamente em símbolos matemáticos.

É crítico notar que, para responder corretamente, o procedimento que os estudantes têm que usar é contar o número de partes no qual das figuras geométricas estão dividas e o número destas partes sombreadas. Então, nessa abordagem, hão três aspectos do conhecimento de frações que os estudantes irão construir:

1. a origem de frações está na divisão de coisas em partes iguais;
2. uma fração é uma descrição de duas coisas discretas relacionadas: uma inteira discretizada e um certo número das partes dela; e
3. a contagem é o procedimento chave para nomear uma parte da divisão em termos fracionários.

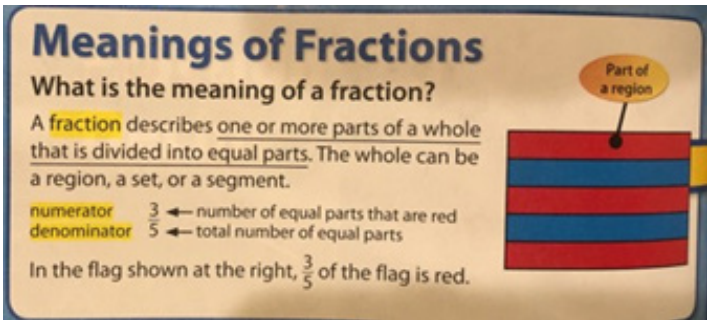
Figura 1: (a) Apresentação ontológica de frações com base da fração unitária. (b) Parte de uma ficha de trabalho.



Fonte: De EngageNY.org do New York State Education Department. (*New York State Common Core Mathematics Curriculum, Eureka Math, Grade 3 Mathematics*/Module 5/Topic B/Lesson 5, p. 54) Disponível de https://www.engageny.org/resource/grade-3-mathematics-module-5-topic-b-lesson-5/file/35276; acessado 09 de setembro de 2018. (a) p. 54 e (b) p. 58.

As Figuras 1(a) e 1(b) apresentam uma discussão do que representa a noção de fração relacionada a "parte/todo." Nessa abordagem ontológica e epistemológica, uma fração é uma relação contável ou aditiva que compara dois aspectos de uma quantidade dividida ou discretizada em partes iguais, do total das partes discretas considera-se um certo número delas. Desta abordagem, os conhecimentos construídos são reforçados ao longo dos outros anos da escola. A Figura 2 ilustra a apresentação em um livro didático para estudantes do quinto ano do ensino fundamental (aproximadamente 10 anos de idade), uma discussão em que a fração é definida como uma ou mais partes de uma região, conjunto, ou segmento divido em partes iguais, destacando o que representa o numerador que é o número de partes de interesse e o denominador que é o número total de partes iguais em que o inteiro foi divido.

Figura 2: Apresentação do significado de frações. O exemplo é de uma parte de uma região e indica que 3/5 da bandeira é vermelho.



Fonte: Charles, R. I., Caldwell, J. H., Cavanagh, M., Chancellor, D., Copley, J. V., Crown, W. D., . . . Van de Walle, J. A. (2011). *EnVision math*. Glenview, IL: Pearson Education, p. 220 (9-1).

A abordagem parte/todo de números fracionários com base na partição gera problemas epistemológicos. Entre os problemas documentados na literatura, colocamos dois deles para indicar categorias problemáticas epistemologicamente. Como a abordagem parte/todo está baseada na contagem e numa concepção aditiva, estudantes usam as propriedades e procedimentos dos números naturais[2] para fazer inferências sobre números fracionários. Isso é chamado por vários pesquisadores como "o viés do número natural" (por exemplo, NI; ZHOU, 2005, nossa tradução). Uma manifestação desse viés é descrita pelas observações da MACK (1990) quando notar que alunos da 6° ano (11 anos de idade) costumam afirmar que 1/8 é maior que 1/6. Outro aspecto que ela destaca em sua pesquisa volta-se para quando um estudante descrever a adição de fração da seguinte forma: "Bem, você atravessa. Você adiciona os números de cima juntos e os números inferiores juntos" (p. 23, nossa tradução). Assim, a soma de 1/2+ 1/3 se torna 2/5. Nesse momento das operações, os estudantes assumem que os números fracionários têm as mesmas propriedades assumidas pelos números naturais no momento das operações.

Outras manifestações do viés do número natural que influenciam no sentido de frações que os estudantes se apropriam diz respeito às demais operações. Com base do seu conhecimento de propriedades das operações com números naturais, eles dificilmente entendem que a multiplicação de uma fração por outra fração positiva às vezes produz um resultado menor que os operandos originais, enquanto a divisão às vezes produz um resultado maior que os operandos, dependendo da magnitude do multiplicador ou divisor (SIEGLER et al., 2013; VAMVAKOUSSI; VOSNIADOU, 2004). Também, estudantes não concebem que, diferentemente dos números naturais, os números fracionários são um denso subconjunto de números reais (MAHER; YANKELEWITZ, 2017; NI; ZHOU, 2005; SIEGLER, 2016). Assim, eles não reconhecem que diferentemente de números naturais, as frações não têm sucessor direto e existe um número infinito de frações entre quaisquer duas frações.

O que acontece é que o sentido de frações é mal construído. Uma evidência disso foi o resultado nos EUA de numa amostra nacionalmente representativa de estudantes da 13 anos de idade (do 8° ano). Eles tiveram de escolher a estimativa mais próximo para soma de 12/13+7/8 entre 1, 2, 19 21, ou "não sei." A maioria destes estudantes escolheram 19 e 21 do que 2, e sua resposta mais comum foi "19" (CARPENTER et al., 1980). Este resultado indica que os estudantes de 13 anos não tiveram um sentido da razoabilidade de uma adição de frações com

2 Os números naturais são tipicamente definidos como o conjunto de números inteiros não negativos, {0,1,2,3,…}, ou o conjunto de inteiros positivos, {1,2,3,…}. Para os propósitos deste artigo, queremos dizer o conjunto de inteiros positivos quando nos referimos aos números naturais.

respeito às magnitudes das frações envolvidas.

Um outro exemplo da falta de sentido das frações trata da falha em entender a magnitude que envolve a noção de frações. A metade dos participantes em um grupo focal de consumidores achavam que o hambúrguer A & W de 1/3 libra era menor que o famoso "*quarter pounder*" do McDonald's. Eles, portanto, escolheram o hambúrguer menor do McDonald's, embora preferissem o sabor do hambúrguer da A & W (Taubman, 2007, p. 62-63).

As ideias ontológicas de frações são definidas com base na abordagem—parte/todo—e estão relacionadas a problemas epistemológicos. Na abordagem, a contagem é o procedimento essencial para decidir como simbolizar termos fracionários uma parte da uma divisão de uma figura em partes iguais. Uma fração é então considerada como o resultado de uma contagem *dupla*, o que é contraria a concepção de frações como números representando *uma* relação quantitativa entre duas grandezas ou números (NI; ZHOU, 2005).

O surgimento da divisão de coisas: a raiz dos problemas atuais de aprendizagem

A concepção problemática de frações que os estudantes evidenciam são raizadas numa ontologia de frações. Sua ontologia é baseada na concepção de que a origem das frações está na divisão de coisas em partes iguais, o que chamamos a ontologia de partição. A partição ou divisão de coisas nesse momento funciona como um espelho, ou melhor, como uma simetria de um processo matemático de divisão de números naturais. Este processo nem sempre resulta em um outro número natural. Historicamente, estes resultados que não são números naturais por milênios não foram considerados como números.

Depois de mais de três ou quatro milênios desde seus surgimentos, o uso e a notação para simbolizar frações evoluíram. No entanto, foi somente no século XVII que os matemáticos aceitaram as frações não apenas como razões sem estado numérico, mas como números, como objetos iguais aos números naturais. A aceitação das frações permitia equações da forma $ax = b$ que tem por solução, $x = b / a$, sem restrições, desde que $a \neq 0$. Também, licenciava a generalização de números com as quatro operações—adição, subtração, multiplicação e divisão—como um domínio fechado, um campo algébrico (COURANT; ROBBINS, 1941/1996).

A expansão teórica do domínio de números para incluir frações conferiu significado ao resultado da divisão de números naturais quando o divisor não é um fator do dividendo. Além disso, no final do século XVI E.C., Simon Stevin de Bruges já havia escrito um tratamento sistemático de ambas as frações comuns e frações decimais em seu livro, *De Thiende* (*O Décimo*) (FLAGG, 1983). Portanto, no século XVII, quando as frações finalmente foram aceitas, os números racionais já tinham duas representações simbólicas.

Quanto às frações, nem sua representação simbólica nem sua justificativa teórica como número provaram ser suficientes ou mesmo epistemologicamente desejáveis para apoiar a compreensão e apropriação psicológica de estudantes. Como tal, as representações mentais de fração dos dicentes precisavam de apoio. Neste ponto, DAVYDOV e TSVETKOVICH (1991b) observam o seguinte:

> Aos estudantes da quinta série, e os de menor idade, mais ainda, não podem se dado o princípio dessa divisão que leva a representação de frações numa forma simbólica e pura. Seu correlato visual deveria ser encontrado e utilizado. É nesse papel que a própria divisão das coisas apareceu, sua subdivisão em partes que, no decorrer do ensino, pode ser relativamente facilmente ligada a termos característicos para definir frações ordinárias. (p. 24, tradução nossa)

Os autores argumentam que a postura ontológica de que as frações emergem da partição dos números naturais torna-se associada epistemologicamente à divisão física dos objetos

visuais. Esses dois correlatos conectam às representações simbólicas de frações com imagens visuais, como a divisão física de áreas de círculos ou de retângulos em regiões iguais. A fração *a / b* é então definida visualmente como a regiões iguais da área de uma figura geométrica dividida em *b* destas regiões.

Como vemos, segundo DAVYDOV e TSVETKOVICH (1991b), a necessidade de fornecer para aprendizes uns correlatos físicos e visuais de frações é a origem da interpretação parte/todo das frações. Ao longo do tempo, essa interpretação tem se tornado instrutivamente privilegiada entre outras interpretações ou subcontratos que KIEREN (1976; 1988) identifica e descreve tal como operador, razão, quociente e medida. No entanto, como já vemos na seção anterior, para os estudantes, essa interpretação pode ser epistemologicamente problemática. Os estudantes que trabalham apenas com modelos visuais de coisas partidas ou seccionadas, podem desenvolver estratégias limitadas, como contar o número de peças, em vez de avaliar a relação de comparação multiplicativa entre duas quantidades comensuráveis. Além disso, concebendo as frações como "partes de um todo", os dicentes têm dificuldade em entender as frações cujo numerador é maior que o denominador, como 7/4, e admitir que uma fração representa uma magnitude, não apenas partes de algo (TUCKER, 2008).

Nas seções a seguir, veremos que a ontologia de partição não corresponde à situação histórico-cultural do surgimento do conceito de fração; ou seja, não representa a ontologia histórica do conceito. Ademais, a ideia de frações vista como divisão de coisas em setores discretos que são iguais é também ortogonal a neurológica humana.

A ontologia antecedente da 'divisão de coisas' para as frações segundo a História

Antes da definição de números fracionários com base na partição de uma região em partes iguais, o surgimento histórico de frações é de uma outra fonte. Cerca de 5.000 anos atrás aparecem as primeiras notações numéricas inequívocas, que estavam na Mesopotâmia e no Egito (BELLER et al., 2018). No entanto, muito antes, segundo BELLER et al. (2018), são exemplos de dispositivos que poderiam servir para acumular, representar, e armazenar informações numéricas como as contas de conchas marinhas (*Blombos Cave*, África do Sul, com cerca de 75.000 anos), os ossos entalhados (*Border Cave*, na África do Sul, cerca de 42.000 anos) e os estênceis manuais (*Cosquer Cave,* na França, cerca de 27.000 anos).

Com a evidência escrita de tabletes de argila e papiros, sabemos que primeiro da Mesopotâmia e logo depois do Egito saíram como dispositivos semióticos abstratos as notações numéricas. Embora que os mesopotâmios tivessem maneiras para expressar frações, não eram distintos dos números de contagem. Em contraste, os egípcios desenvolveram um sistema para escrita para registar frações que diferencia elas dos números para contar (CLAWSON, 1994/2003). Segundo IFRAH (1981/1998), os egípcios antigos expressaram frações com apenas frações unitárias (o seja frações cujos numeradores são um). Com a exceção da fração uma metade, eles usaram o hieróglifo para "boca" sobre a expressão numérica hieroglífica para o denominador. Mesmo assim, além de uma metade, tiveram símbolos hieroglíficos especiais para mais três outras frações: dois terços e um quarto, e três quartos (IFRAH, 1981/1998; ROQUE, 2012). Os egípcios antigos expressaram o valor de uma fração como 3/5 não como 1/5+1/5+1/5 mas como decomposto de uma soma de diferentes frações unitárias como 1/2+1/10.

Nas culturas mesopotâmicas e egícias, ao longo dos rios Tigre, Eufrates e Nilo, com o nascimento da agricultura, as condições materiais introduziram a necessidade de inventar maneiras cognitivas para medir quantidades de terrenos, colheitas, sementes, e assim por diante, para registar as medidas, e para as classes dominantes coletar impostos (CLAWSON, 1994/2003; STRUIK, 1948/1967). Para mensurar as distâncias dos terrenos, os agrimensores

antigos esticavam cordas, no qual o comprimento entre dois nós representava uma unidade de medida. Em vários países, estes agrimensores eram chamados como 'esticadores de corda' (STRUIK, 1948/1967, p. 11, nossa tradução).

Uns 4.000 anos ou mais atrás, por meio desta prática social e necessária de medir quantidades surgiram a ideia de frações. Em um capítulo sobre a natureza essencial da matemática, o matemático, físico e filósofo da era soviética, A. D. Aleksandrov[3] (1963), no seguinte trecho, localiza a origem das frações na interação inicial entre geometria e aritmética:

> Em geral, a medição de qualquer magnitude combina cálculos com alguma operação específica que é característica desse tipo de magnitude.… Mas no processo de medição verifica-se, em geral, que a unidade escolhida não está contida na magnitude medida um número inteiro de vezes, de modo que um cálculo simples do número de unidades em não é suficiente. Torna-se necessário dividir a unidade de medida para expressar a magnitude com mais precisão por partes da unidade; isto é, não mais por números inteiros, mas por frações. Foi desse modo que as frações realmente surgiram, como é demonstrado por uma análise do histórico e de outros dados. Surgiram da divisão e comparação de magnitudes contínuas; em outras palavras, da medição. As primeiras magnitudes a serem medidas foram geométricas, ou seja, comprimentos, áreas de campos e volumes de líquidos ou materiais friáveis, de modo que nas primeiras aparências de frações vemos a ação mútua da aritmética e da geometria. Essa interação leva ao surgimento de um novo conceito importante, nomeadamente, frações, como uma extensão do conceito de número de números inteiros para números fracionários…. Frações não surgiram, e não poderiam surgir da divisão de números inteiros, uma vez que apenas objetos inteiros são contados por números inteiros. Três homens, três flechas e assim por diante, tudo isso faz sentido, mas dois terços de um homem e até dois terços de uma flecha são conceitos sem sentido; até mesmo separados três de um terço de uma flecha não matarão um cervo, para isto é necessário ter uma flecha *inteira.* (p. 24-25; ênfase no original, tradução nossa)

Aleksandrov argumenta que o surgimento histórico de frações *não* está ligado à ideia de divisão de números inteiros nem a múltiplos de frações unitárias. Seu argumento depende da distinção fundamental entre *uma unidade* usada para contar e para medir. Ele escreve: "apenas objetos inteiros são *contados* por números inteiros" (ênfase minha). Ou seja, ao contar, a unidade escolhida é indivisível; enquanto que, ao medir, a unidade escolhida é divisível. Esta diferença conceitual crítica, não obstante, a apresentação ontológica de frações como emergentes do quociente de números inteiros—partes de um todo equipartizado—ou como múltiplos de frações unitárias exibidas em uma reta numérica são as bases das propostas contemporâneas para a introdução de frações (BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2016; COMMON CORE STATE STANDARDS INITIATIVE, 2010). Em vez disso, Aleksandrov postula que a interação específica entre aritmética e geometria da qual emergiu a necessidade de frações era a prática social de medir as magnitudes de comprimentos, áreas e volumes.

Essas práticas faziam parte da vida social dos antigos africanos no Egito[4]. Por exemplo, eles as empregaram para construir pirâmides 1000 anos antes que os famosos papiros Ahmes e

3 De acordo com a versão do seu livro, Convex Polyhedra (Springer), Aleksandr Danilovich Aleksandrov (1912-1999) 2005 foi agraciado com o Prêmio de Estado Stalin em 1942, o prêmio Lobachevsky em 1952, e a Medalha de Ouro Euler em 1992.

4 Os egípcios envolvidos nessas práticas matemáticas também são corroborados por análises históricas recentes. Veja, por exemplo, ROQUE (2012). Outros estudos recentes corroboram ainda mais as realizações do antigo Egito em medições espaciais e cronológicas. Cúbitos cerimoniais do Império Egípcio (c. 1550 AEC a c. 1077 AEC)

Moscou fossem escritos, ambos evidenciando a invenção de frações e operações em frações pelos egípcios. Segundo Heródoto, o historiador grego, que escreveu a obra de nove volumes magnum opus, As *Histórias*, no quinto século AEC, a prática egípcia de agrimensura deu origem à "geometria", um derivado de uma palavra grega antiga que significa 'medir a terra' (ROQUE, 2012). As antigas práticas de medição egípcias que geraram frações e geometrias simultaneamente fizeram com que a geometria e as frações fossem mutuamente constituídas.

Embora frações continuassem a ser usadas em civilizações posteriores, como a Grécia, China e Índia, como notam DAVYDOV e TSVETKOVICH (1991b), foi somente no século XIX que as leis para operar com frações foram formalmente elaboradas. Quando as regras para operar com frações eram estabelecidas, as frações se tornavam (1) conceitualmente distantes de sua "fonte objetiva" concreta na medição de quantidades e (2) um número abstrato igual em status com números naturais (COURANT; ROBBINS, 1941/1996; DAVYDOV; TSVETKOVICH, 1991a).

A ontologia inicial das frações segundo a neurociência

Vimos que a origem dos números racionais está numa prática social dos mesopotâmios e egípcios. A prática emergiu aproximadamente 13.000 anos atrás com uma mudança do estilo de vida, de nômade a agrário e assim uma alteração dos meios de produção e da organização social (CLAWSON, 1994/2003; STRUIK, 1948/1967). Eles precisavam de medir comprimentos, áreas e volumes, ou seja, mensurar quantidades contínuas. A ontologia de frações, então, está na medição de uma quantidade contínua medida por uma unidade contínua, como uma corda com dois nós. Como ALEKSANDROV (1963) observa, é certo que a ideia de fração não surgisse da divisão de números inteiros; o seja, não com base de conjuntos discretos ou a divisão de coisas. Quantidades discretas são coleções de objetos contáveis, enquanto quantidades contínuas são objetos unitários que podem ser medidos. A ideia de uma fração surgiu na prática de comparar duas quantidades contínuas e concebendo a relação como uma razão.

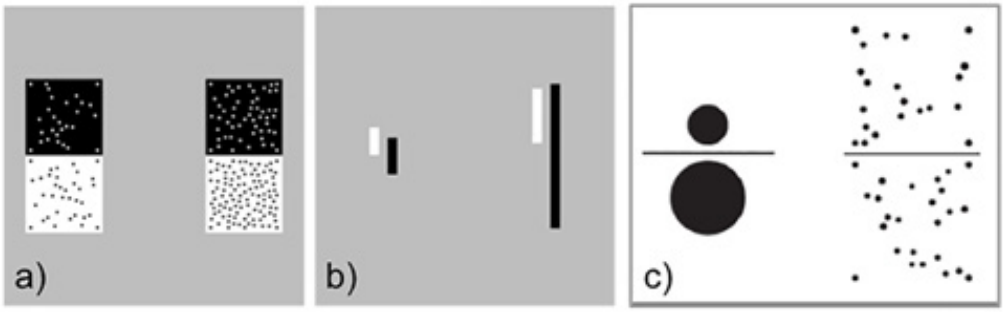
Comparando quantidades contínuas e avaliando a magnitude das razões fazem parte da capacidade cognitiva humana. Por exemplo, considerando comparações que envolvem quantidades contínuas, crianças sem treinamento numérico podem escolher facialmente e imediatamente o mais alto de duas pessoas ou bonecos e o maior de duas bolas ou duas fatias de bolo. As habilidades perceptuais das crianças lhes proporcionam acesso intuitivo a relações espaciais que ilustram facilmente a magnitude comparativa (DAVYDOV; TSVETKOVICH, 1991b; GATTEGNO, 1973; SCHMITTAU; MORRIS, 2004).

A capacidade cognitiva para fazer comparações de razões de quantidades contínuas está raizada em uma arquitetura neurocognitiva de seres humanos que é sintonizado com as magnitudes de proporções não-simbólicas. Isto é, a capacidade de comparar o comprimento proporcional relativo de duas linhas ou as numerosidades relativas de duas matrizes de pontos (veja Figura 3, (a) e (b)). MATTHEWS e ELLIS (2018) argumenta que uma quantia considerável de pesquisas empíricas sugere que os seres humanos têm acesso intuitivo, baseado na percepção, a conceitos de razão primitiva quando são instanciados usando representações gráficas não-simbólicas, ou seja, sem numerais ou símbolos matemáticos. Eles e seus colegas (LEWIS; MATTHEWS; HUBBARD, 2015) denominam esse aparato perceptivo básico, o Sistema de Processamento de Razões (SPR) (em inglês, Ratio Processing System, RPS)[5] e argumentam que ele poderia ser usado para suporta aos raciocínios matemáticos sobre números fracionários e proporcionalidade.

5 Para estes circuitos neurais, em uma publicação mais cedo, LEWIS; MATTHEWS e HUBBARD (2014) os chamam, o Sistema Racional do Cérebro (SRC) (em inglês, Rational Brain System, RBS).

Para investigar o SPR, cientistas cognitivas (LEWIS; MATTHEWS; HUBBARD, 2014; MATTHEWS; ELLIS, 2018) empregam representações gráficas de razões não-simbólicas como estímulos (veja na Figura 3). Cada um dos estímulos é composto de quantidades não-simbólicas. A primeira, Figura 3(a), tem duas matrizes de pontos dividas em duas partes, a parte superior é de cor preta e a parte inferior de cor branca, cada destas partes de uma matriz tem um número de pontos maior de 40. Na segunda, Figura 3(b), há dois pares de segmentos de linha, onde em cada par as segmentos de linha são de tamanhos diferentes. Finalmente, na Figura 3(c) há duas figuras diferentes, uma de áreas circulares diferentes separadas por um segmento de linha horizontal e uma de dois matrizes de pontos diferentes separados por um segmento de linha horizontal. Para impedir a possibilidade de contar os pontos nas matrizes, os neurocientistas dão menos de dois segundos para sujeitos responderem. Nesses casos, os sujeitos fazem uma decisão da numerosidade da matriz de pontos e escolher qual razão seja maior perceptivamente.

Figura 3: Amostra de razões não-simbólicas usadas em tarefas de comparação não-simbólica. As razões são compostas de vários tipos de quantidades não-simbólicas, incluindo matrizes de pontos (a e c), (b) segmentos de linha e (c) áreas circulares. Note que matrizes de pontos, embora contáveis, são frequentemente usadas em tarefas onde o número de pontos é alto (isto é, > 40) e o tempo limite é ajustado baixo (isto é, < 2 segundos) para impedir a possibilidade de contagem. Nesses casos, a numerosidade do matriz de pontos é processada perceptivamente (por exemplos, ver LEWIS; MATTHEWS; HUBBARD, 2014; MATTHEWS; CHESNEY, 2015).



Fonte: (MATTHEWS; ELLIS, 2018, p. 23)

Em um experimento, LEWIS; MATTHEWS e HUBBARD (2014) usam estímulos como os na Figura 3. Eles apresentam para as participantes tarefas de comparação não-simbólicas para

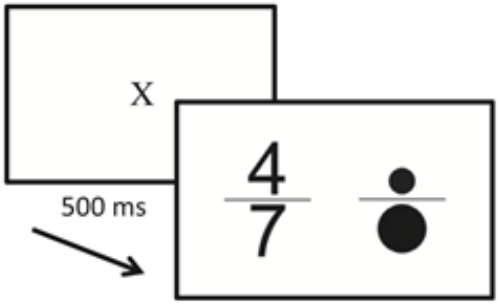
avaliar a acuidade para discriminar a numerosidade, o comprimento da linha e a magnitude racional não-simbólica. Cada tentativa começou com uma cruz de fixação por 1000 milissegundos (ms) (veja na Figura 4). Isto foi seguido pela apresentação de dois estímulos. Os pares de estímulos eram visíveis por 750 ms para as tarefas de comparação de pontos (Figura 3(a)) e linhas (Figura 3(b)) e 1500 ms para as tarefas de comparação de proporção não-simbólica (Figura 3(c)). Em cada caso, os participantes foram instruídos a selecionar figura com a maior proporção, a da esquerda ou a direita.

Além, deste experimento, LEWIS; MATTHEWS e HUBBARD (2014) também darem os participantes avaliações de seu conhecimento e frações e Álgebra. Acharam que diferenças individuais na acuidade para magnitudes racionais não-simbólicas se correlacionam com conhecimento de fração e realização de álgebra. O desempenho dos participantes nas tarefas de comparação de razão não-simbólica previu seu conhecimento de fração simbólica e desempenho na Álgebra mesmo depois de controlar o desempenho em tarefas de controle. Embora essa

evidência seja comportamental, ela suporta hipóteses derivadas de evidências neurocientíficas emergentes para um SPR.

Numa outra investigação, MATTHEWS e CHESNEY (2015) mostram que essas magnitudes acessadas perceptivelmente podem ser facilmente comparadas com frações simbolicamente representadas. Nas comparações entre formatos, os participantes escolheram a maior de duas proporções (veja Figura 4). As proporções foram apresentadas simbolicamente como frações ou não-simbolicamente como matrizes de pontos pareados ou como círculos pareados. Padrões de resposta foram consistentes com os sujeitos comparando magnitudes fracionárias analógicas específicas, independentemente dos formatos em que foram apresentados. Parece que os seres humanos podem processar grandezas de razão não-simbólicas por meio de rotas perceptivas e sem recorrer a algoritmos simbólicos conscientes, análogo ao processamento de magnitudes de números inteiros.

Figure 4: Um estímulo com uma fração simbólica versus uma razão não-simbólica composta de dois círculos. Os participantes responderam pressionando uma caixa de botão indicando qual estímulo representa a proporção.



Fonte: (MATTHEWS; CHESNEY, 2015, p. 42)

Por meio de uma séries de outros experimentos, MATTHEWS e CHESNEY (2015) apresentam evidências de que as arquiteturas cognitivas humanas podem fornecer acesso perceptual para aproximar magnitudes de frações abstratas instanciadas por estímulos não-simbólicos. Os participantes demonstraram a capacidade de mapear sistematicamente magnitudes de frações não simbólicas para frações simbólicas, ambos usando estímulos compostos de numerosidades discretas e estímulos compostos de áreas circulares contínuas. Esta e outras pesquisas levantam questões para serem investigadas futuramente sobre o sistema de processamento não-simbólico. Um conjunto de questões diz respeito à natureza da interface entre a percepção da razão, o conhecimento da fração simbólica e os processos pedagógicos que podem ligar os dois.

Discussão: Que fazer?

Em sua análise política de 1902, *Que Fazer?*, LENIN (1947) argumenta que, embora o capitalismo por meio da produção de desigualdade predisponha os trabalhadores à aceitação do socialismo, isso não os torna espontaneamente conscientes socialistas. Num sentido paralelo, embora o Sistema de Processamento de Razões (SPR) predisponha os seres humanos ao representar razões não-simbólicas, isso não os torna espontaneamente conscientes de razões simbólicas. O trajeto de representações de razões não-simbólicas para frações simbólicas precisa ser construído com base de uma ontologia, epistemologia e pedagogia que concordam com a natureza do conceito.

O trajeto começa com o reconhecimento que ontologicamente a histórica de números fracionários é na medição e neurologicamente está na SPR. Essas duas fontes da ideia de razões

convergem no ato de comparar, a comparação de duas quantidades incontáveis ou contínuas. Essa convergência de fontes de ideias ontológicas pode ser promulgada por substituir referentes não-simbólicos convencionais compostos de elementos discretos, contáveis tal como pizzas divididas em partes iguais ou um conjunto pequeno de objetos com proporções não-simbólicas incontáveis ou contínuas. Neste ponto, CARRAHER (1996) observa a importância psicológica de quantidades físicas, não-numéricas:

> Uma concepção matemática estreita desconsidera o papel que a quantidade física desempenha no significado do conceito e, consequentemente, obscurece as origens psicológicas das frações, pois há pouca dúvida de que conceitos numéricos, incluindo conceitos numéricos racionais, são desenvolvidos atuando e refletindo sobre quantidades físicas. (CARRAHER, 1996, p. 241, tradução nossa)

Ontologicamente, como CARRAHER afirma, a origem dos numéricos racionais é na ação e reflexão sobre de quantidades físicas. Em termos de números fracionários, como discutimos anteriormente, seus surgimentos aconteceram pela medição de quantidades físicas, entre outros, comprimentos de terrenos e cordas atadas.

Durante nossa discussão toda, usamos a ideia de quantidade sem explicar o que entendemos por essa noção. De acordo com THOMPSON (1994), caracterizamos uma quantidade como uma categoria conceitual ou construto mental que tem quatro momentos: (1) um objeto percebido (por exemplo, uma extensão de terra), (2) um atributo do objeto (a distância), (3) uma unidade (o comprimento entre dois nós de uma corda), (4) um processo para atribuir um valor numérico ao atributo (iterando o comprimento entre os nós do cordão ao longo do trecho de terra). O quarto momento é a quantificação.

Além disso, vemos uma quantidade, em um sentido comparativo, tem características qualitativas bem como quantitativas. Para isso, usamos o termo protó-quantidade, e ele tem três momentos: (1) um objeto percebido, (2) um atributo do objeto, e (3) atribuir uma dimensão comparativa ao atributo (como maior, mais pesado e maior como em mais espaçoso). Este terceiro momento é uma qualificação. Como protó-quantidade não envolve quantificação, é importante trabalhar pedagogicamente com protó-quantidades antes de quantidades

Atuando e refletindo sobre quantidades físicas faz parte das experiências cotidianas tanto para crianças como para adultos. De seus mundos experienciais, o ensino pode aproveitar as ações e reflexões cotidianas das crianças com protó-quantidades tal como comprimento, altura, movimento, volume e outros aspectos. O currículo escolar pode recrutar os aparatos perceptuais que evoluíram ao longo de milênios e que podem fornecer acesso semântico profundamente intuitivo a conceitos matemáticos fundamentais como maior ou menor e como, independentemente de números simbólicos, relações multiplicativas de duas quantidades. Trabalhando com esses conceitos fundamentais para um estudo de números fracionários, em POWELL (2018) se encontra uma perspectiva alternativa à construção do conhecimento de frações e um instrumento pedagógico—o *4A-Instructional Model*—projetado para engendrar a visão dos aprendizes sobre si mesmos como agentes capacitados do conhecimento matemático. Para implementar nossa perspectiva usamos materiais manipuláveis que consistem de objetos contínuos de tamanhos diferentes que podem ser comparados. Entre tais materiais populares hão a Frac-soma 235, inventada no Brasil[6] , e as barras de Cuisenaire, inventada na Bélgica[7] , e, por várias razões, optamos para usar o material Cuisenaire. Também, para complementar nossa perspecti-

6 Para uma descrição, veja PEREIRA (2009) ou as páginas 40 a 45 de MENDES (2009).

7 Para uma descrição, veja o primeiro capítulo de GATTEGNO (1960/2009) ou a página 408 de POWELL (2018).

va do ensino de números fracionários, POWELL e ALI (2018) propõem três componentes de sentido fracionário: razoabilidade, flexibilidade, bem como magnitude (ou grandeza) não-simbólica e simbólica. Nós postulamos que o conhecimento de ambas as frações não-simbólicas e simbólicas são cruciais para operar flexivelmente com frações e para avaliar a razoabilidade dos resultados aproximados ou computados.

Nossas propostas fazem parte de tentativas de rever o ensino de números fracionários com a luz dos resultados recém na Educação Matemática, Ciência Cognitiva e na Neurociência. Entre as questões que MATTHEWS e CHESNEY (2015) notam que precisam ser investigadas são estas: Como a acuidade da percepção da razão não simbólica se relaciona com o conhecimento da fração simbólica? Como são as diferenças individuais na capacidade de discriminar entre frações visual-espaciais relacionadas ao desempenho do teste de conhecimento da fração simbólica ou à realização da matemática de forma mais geral? Além essas, hão outras áreas de pesquisa que deixam para investigar tais como quais sequências de tarefas não-simbólicas e simbólicas são eficaz para o desenvolvimento de conhecimento de frações? Quais estratégias de desenvolvimento profissional ajudam professores que ensinam a Matemática escolar apropriar os resultados recém na Educação Matemática, Ciência Cognitiva e Neurociência para aperfeiçoar-se dos conhecimentos de frações e tornar este conhecimento para aprofundar sua prática docente. Para estudantes de grupos sub-representados na Matemática, Engenheira, Tecnologia e nas Ciências que nas suas escolas são maiores dos anos normais, como eles podem ser engajados para desenvolver seus conhecimentos de números fracionários?

Referências

ALEKSANDROV, A. D. A general view of mathematics. In: ALEKSANDROV, A. D.; KOLMOGOROV, A. N.; LAVRENT'EV, M. A. (Org.). *Mathematics: Its content, methods, and meaning*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, 1963. v.1 p. 1-64.

BAILEY, D. H. et al. Competence with fractions predicts gains in mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology,* v. 113, n. 3, p. 447-455, 2012/11/01/. 2012. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022096512001063>.

BELLER, S. et al. The cultural challenge in numerical cognition. *Journal of Numerical Cognition,* v. 4, n. 2, p. 448-463, 2018.

BOOTH, J. L.; NEWTON, K. J. Fractions: Could they really be the gatekeeper's doorman? *Contemporary Educational Psychology,* v. 37, n. 4, p. 247-253, 10//. 2012. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0361476X12000392>.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO BÁSICA. *Base nacional comum curricular.* Brasília, DF 2016.

CARPENTER, T. P. et al. Results of the second NAEP mathematics assessment: Secondary school. *Mathematics Teacher,* v. 73, n. 5, p. 329-338, 1980.

CARRAHER, D. W. Learning about fractions. In: STEFFE, L. P. et al. (Org.). *Theories of mathematical learning.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1996. p. 241-266.

CHINGOS, M. M.; WHITEHURST, G. J. *Choosing blindly: Instructional materials, teacher effectiveness, and the Common Core.* Washington, DC: Brookings Institute, 2012.

CLARKE, D. M. et al. Assessing student understanding of fractions using task-based interviews. In: NOVOTNÁ, J. et al. (Org.). *Proceddings of the 30th Conference of the international Group for the Psychology of Mathematics Education.* Prague: Charles University, 2006. v.2 p. 337-344.

CLAWSON, C. C. *The mathematical traveler: Exploring the grand history of numbers.* Cambrige, MA: Perseus, 1994/2003.

COMMON CORE STATE STANDARDS INITIATIVE. *Common core state standards for mathematics* National Governors Association Center for Best Practices, Council of Chief State School Officers 2010.
COURANT, R.; ROBBINS, H. *What is mathematics?: An elementary approach to ideas and methods.* 2nd revised by Ian Steward,. ed. Oxford: New York, 1941/1996.
DAVYDOV, V. V.; TSVETKOVICH, Z. H. The object sources of the concept of fractions. In: DAVYDOV, V. V.; STEFFE, L. P. (Org.). *Soviet studies in mathematics education. Volume 6. Psychological abilities of primary school children in learning mathematics.* Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 1991a. p. 86-147.
_____. On the objective origin of the concept of fractions. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, v. 13, n. 1, p. 13-64, 1991b.
DRISCOLL, M. *Research within reach: Secondary school mathematics.* Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematoics, 1982.
FAN, L.; ZHU, Y.; MIAO, Z. Textbook research in mathematics education: Development status and directions. ZDM - *International Journal on Mathematics Education,* v. 45, n. 5, p. 633-646, 2013. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselc&AN=edselc.2-52.0-84884159637&site=eds-live>.
FLAGG, G. *Numbers: Their history and meaning.* Mineola, NY: Dover, 1983.
GATTEGNO, C. *Arithmetic: A teacher's introduction to the Cuisenaire-Gattegno methods of teaching airthmetic*. New York: Educational Solutions Worldwide, 1960/2009.
_____. *In the beginning there were no words: The universe of babies.* New York: Educational Solutions, 1973.
IFRAH, G. T*he universal history of numbers: From prehistory to the invention of the computer.* London: Harvill, 1981/1998.
KIEREN, T. E. On the mathematical, cognitive and instructional foundations of rational number. In: LESH, R. A. (Org.). *Number and measurement.* Columbus, Ohio: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education, 1976. p. 101-144.
_____. The rational number construct-Its elements and mechanisms. In: KIEREN, T. E. (Org.). *Recent research on number learning*. Columbus, Ohio: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education, 1980. p. 125-150.
_____. Personal knowledge of rational numbers: Its intuitive and formal development. In: HEIBERT, J.; BEHR , M. J. (Org.). *Number concepts and operations in the middle grades.* Reston, VA: Lawrence Erlbaum, 1988. p. 49-84.
LAMON, S. J. *Teaching fractions and ratios for understanding: Essential content knowledge and instructional strategies for teachers* 2nd. ed. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 2005.
_____. Rational numbers and proportional reasoning: Toward a theoretical framework for research. In: LESTER, J. F. K. (Org.). *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A Project of the National Council of Teachers of Mathematics.* Charlotte, NC: Information Age, 2007. p. 629-667.
LENIN, V. I. What is to be done? In: MARX-ENGLES-LENIN INSTITUTE (Org.). *Lenin selected works in two volumes.* Moscow: Foreign Language Publishing House, 1947. v.1 p. 147-269.
LEWIS, M. R.; MATTHEWS, P. G.; HUBBARD, E. M. The (neuro)cognitive roots of fraction knowledge. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, v. 36, n. 36, p. 2549-2554, 2014.
LEWIS, M. R.; MATTHEWS, P. M.; HUBBARD, E. M. Neurocognitive architectures and the

nonsymbolic foundations of fractions understanding. In: BERCH, D. B.; GEARY, D. C.; KOEPKE, K. M. (Org.). *Development of mathematical cognition: Neural substrates and genetic influences.* San Diego, CA: Academic Press., 2015. p. 141–160.
LIN, C.-Y. et al. Preservice Teachers' Conceptual and Procedural Knowledge of Fraction Operations: A Comparative Study of the United States and Taiwan. *School Science and Mathematics*, v. 113, n. 1, p. 41-51, 01/01/. 2013.
MA, L. *Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States.* Mahwah: Lawrence Erlbaum, 1999.
MACK, N. K. Learning fractions with understanding: Building on informal knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, v. 21, n. 1, p. 16-32, 1990.
MAHER, C. A.; YANKELEWITZ, D., Eds. *Children's reasoning while building fraction ideas.* Boston: Senseed. 2017.
MATTHEWS, P. G.; CHESNEY, D. L. Fractions as percepts? Exploring cross-format distance effects for fractional magnitudes. *Cognitive Psychology,* v. 78, p. 28-56, 2015.
MATTHEWS, P. G.; ELLIS, A. B. Natural alternatives to natural number: The case of ratio. *Journal of Numerical Cognition,* v. 4, n. 1, p. 19-58, 2018.
MENDES, I. A. *Matemática e investigação em sala de aula*: *Tecendo redes cognitivas na aprendizagem.* 2 Edição revista e aumentada. ed. São Paulo: Livraria de Física, 2009.
MONNIER, F.; PETIT, J.-P.; TARDY, C. The use of the 'ceremonial' cubit rod as a measuring tool. An explanation. *The Journal of Ancient Egyptian Architecture*, v. 1, p. 1-9, 2016.
MOSES, R. et al. The Algebra Project: Organizing in the spirit of Ella. *Harvard Educational Review,* v. 59, n. 4, p. 423-443, 1989.
MOSES, R.; WEST, M. M.; DAVIS, F. E. Culturally responsive mathematics education in the Algebra Project. In: GREER, B. et al. (Org.). *Culturally responsive mathematics education.* New York: Routledge, 2009. p. 239-256.
MOSES, R. P. Remarks on the struggle for citizenship and math/science literacy. *Journal of Mathematical Behavior,* v. 13, n. 107-111, 1994.
MOSES, R. P.; COBB, C. E., JR. *Radical equations: Math literacy and civil rights*. Boston: Beacon, 2001.
NI, Y.; ZHOU, Y.-D. Teaching and learning fraction and rational numbers: The origins and implications of whole number bias. *Educational Psychologist,* v. 40, n. 1, p. 27-52, 2005.
OECD. A profile of student performance in mathematics. In: PISA 2012 results: *What students know and can do—Student performance in mathematics, reading, and science.* Paris: OECD Publishing, 2014. v.1, Revised edition, February 2014 p. 31-144.
PEREIRA, M. C. M. *Construindo Frac-soma 235, e conhecimento, no ensino básico* 2009. 78 f.(Licenciatura em Matemática), Universidade Federal do Rio Grande do Sul., Porto Alegre, 2009.
POWELL, A. B. Reaching back to advance: Towards a 21st-century approach to fraction knowledge with the 4A-Instructional Model. *Revista Perspectiva,* v. 36, n. 2, p. 399-420, 2018.
POWELL, A. B.; ALI, K. V. Design research in mathematics education: Investigating a measuring approach to fraction sense. In: CUSTÓDIO, J. F. et al. (Org.). *Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT): Contribuições para pesquisa e ensino.* São Paulo: Livraria da Física, 2018. p. 221-242.
RITCHIE, S. J.; BATES, T. C. Enduring links from childhood mathematics and reading achievement to adult socioeconomic status. *Psychological Science,* v. 24, n. 7, p. 1301-1308, 2013.
ROQUE, T. História da matemática: *Uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas.* Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

SCHMITTAU, J.; MORRIS, A. The development of algebra in the elementary mathematics curriculum of V.V. Davydov. *The Mathematics Educator*, v. 8, n. 1, p. 60-87, 2004.
SIEGLER, R. S. Magnitude knowledge: the common core of numerical development. *Developmental Science,* v. 19, n. 3, p. 341-361, 2016.
SIEGLER, R. S. et al. Early Predictors of High School Mathematics Achievement. *Psychological Science,* v. 23, n. 7, p. 691-697, 2012.
SIEGLER, R. S. et al. Fractions: the new frontier for theories of numerical development. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 17, n. 1, p. 13-19, 1//. 2013. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364661312002653>.
SILVA, C. M. et al. The Algebra Project: Making middle school mathematics count. *Journal of Negro Education,* v. 59, n. 3, p. 375-391, 1990.
STRUIK, D. J. *A concise history of mathematics.* 3rd Revised. ed. New York: Dover, 1948/1967.
THOMPSON, P. W. The development of the concept of speed and its relationship to concepts of rate. In: HAREL, G.; CONFREY, J. (Org.). *The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics.* Albanym NY: State University of New York, 1994. p. 179-234.
TORBEYNS, J. et al. Bridging the gap: Fraction understanding is central to mathematics achievement in students from three different continents. *Learning and Instruction*, v. 37, p. 5-13, 6//. 2015. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959475214000255>.
TUCKER, A. Fractions and units in everyday life. In: MADISON, B. L.; STEEN, L. A. (Org.). *Calculation vs. context: Quantitative literacy and its implications for teacher education*. Washington, DC: Mathematical Association of America, 2008. p. 75-86.
VAMVAKOUSSI, X.; VOSNIADOU, S. Understanding the structure of the set of rational numbers: a conceptual change approach. *Learning and Instruction*, v. 14, n. 5, p. 453-467, 2004/10/01/. 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095947520400043X>.
WU, H.-H. How to prepare students for algebra. *American Educator,* v. 25, n. 2, p. 1-7, 2001.

Arthur Belford Powell
Rutgers University-Newark - USA
E-mail: powellab@newark.rutgers.edu

Matemática e cultura: a simetria e o pensamento algébrico

Mathematics and culture: symmetry and algebraic thinking

Maria José Costa dos Santos
Universidade Federal do Ceará (UFC) – CE/Brasil

RESUMO

Apresento uma prática cultural e sua relação com o conteúdo de simetria, visando a ampliação das possibilidades cognitivas para o desenvolvimento do pensamento algébrico. Objetivo mostrar os enlaces entre esses saberes para o ensino mais efetivo e uma aprendizagem mais significativa, olhando para padrões e simetrias encontrados numa prática sociocultural. Reflito que é necessário o direcionamento dessa discussão para o âmbito da cientificidade, e para tanto, mostro a prática das rendeiras de bilro como fonte de criatividade, imaginação e ressignificação de saberes matemáticos. Proponho um diálogo entre os saberes: (i) matemáticos; (ii) culturais); e, (iii) científicos. Analiso os conteúdos matemáticos, especificamente, a ideia de simetria como padrão para o desenvolvimento do pensamento algébrico por meio de discussões e conexões entre esses temas. Por fim, considero relevante essas relações, pois visam a consolidação da área da Educação Matemática, a partir de uma reflexão teórica e analítica da Matemática e Cultura.

Palavras-chave: prática cultural; simetria; matemática e cultura; pensamento algébrico.

ABSTRACT

I present a cultural practice and its relation to the content of symmetry, aiming at expanding the cognitive possibilities for the development of algebraic thinking. Aim to show the links between these knowledge for more effective teaching and a more meaningful learning, looking at patterns and symmetries found in a sociocultural practice. I reflect that it is necessary to direct this discussion to the scope of scientificity, and to do so, I show the practice of bobbin lace as a source of creativity, imagination and re-signification of mathematical knowledge. I propose a dialogue between the knowledges: (i) mathematicians; (ii) cultural); and, (iii) scientists. I analyze the mathematical contents, specifically, the idea of symmetry as a standard for the development of algebraic thought through discussions and connections between these themes. Finally, I consider these relations to be relevant, since they aim to consolidate the area of Mathematics Education, based on a theoretical and analytical reflection on Mathematics and Culture.

Keywords: cultural practice; symmetry; mathematics and culture; algebraic thinking.

Introdução

Com o passar do tempo as disciplinas foram se constituindo a partir de uma visão fragmentária de ensino e de aprendizagem, e foram se desconectando, dissociando. A exemplo dessas dissociações, temos a Arte e a Geometria, que antes eram ensinadas interdisciplinarmente. Porém já existe um movimento de educadores matemáticos que objetivam trazer à tona uma Matemática viva e significativa, e para tanto, não medem esforços para retomar a interdisciplinaridade entre a Arte e a Geometria. Certamente, que a interdisciplinaridade entre essas áreas depende mais do professor do que do currículo de matemática, pois as análises realizadas da Base Nacional Comum Curricular - BNCC(BRASIL, 2017), mostram que essa relação não é contemplada. Morin (2009) reforça que é importante a religação dos saberes para transformar e unificar o pensamento, essa concepção coaduna com a proposta de reorganizar os conhecimentos da tradição, esses que estão fora da academia, para transformá-los em conhecimentos científicos. Santos (2012), lembra que é preciso abrir as "gaiolas epistemológicas" como aponta D'Ambrosio (2011) o qual ressalta que é condição relevante para desenvolvimento do conhecimento e da aprendizagem. Ainda sobre essa reorganização do conhecimento, supõe-se uma complementaridade entre *estratégias distintas das universais aptidões cognitivas*

da espécie humana. (ALMEIDA, 2010, p. 42). Sobre isso Santos (2012, p. 57), lembra que

> Para se pensar os saberes com tudo que eles têm de mais criativo, reaver antigas sabedorias, abrir esses conhecimentos para a experimentação e transversalidade com outros conhecimentos, faz-se necessário essa universalização pela acumulação e sistematização da cultura científica.

A minha relação com as práticas culturais e os conteúdos matemáticos emerge nas pesquisas sobre os estudos de teóricos como Mendes (2009a), Gerdes (2014) pois estes discutem um tipo de matemática que está presente nas práticas sociais e culturais, mas que não são valorizadas, nas escolas, e muito menos na academia. Nesse delinear, apresento uma concepção matemática que contempla padrões abstratos, a fim de possibilitar a releitura dos fenômenos da realidade, em que professores e alunos desenvolvam modelagem matemática baseados no social, histórico e cultural.

Discuto essa temática, no âmbito da cientificidade, refletindo sobre os saberes matemáticos de simetria e padrão, a partir de uma prática cultural - a renda de bilro, para tanto discuto nas seções que tratam de simetria, padrão e pensamento algébrico, temáticas que envolvem os saberes: (i) matemáticos; (ii) culturais); e, (iii) científicos. Por fim, apresento as seções sobre as considerações e as referências.

A seguir reflexões sobre Cultura e Matemática, o caso das rendas de bilro.

A Matemática e Cultura: olhando as rendas de bilro

Mendes (2009a) aponta a renda de bilro, as cestarias, a cerâmica Marajó e outras práticas como artes que podem ser bifurcadas para a Matemática. A renda de bilro, vista por algumas rendeiras, como uma prática às vésperas da extinção por falta de *novas aprendizes*, pode contribuir significativamente para o aprendizado de conteúdos matemáticos, assim assinala Santos (2012). A autora destaca que antes de se estabelecer a relação entre práticas socioculturais e Matemática, é necessário definir de que lugar se está apresentando a prática social, quais são suas características, formulações, e em que sentido essa prática se manifesta, e como deve ser relacionada ao saber matemático.

Para fazer a renda de bilro, a rendeira precisa de algumas ferramentas especiais. A almofada, é uma dessas ferramentas. Esse objeto de trabalho das rendeiras é praticamente igual em todo território nacional, variando em cores, dimensões e formas, podendo ser redondas ou cilíndricas; tudo depende também do tipo de renda de bilro a ser executada. Porém, não é meu foco nesse texto, especificar a arte das rendeiras, e seus utensílios, o que pretendo é apresentar alguns modelos de renda para trabalhar matemática. No entanto, mostrar a almofada, como principal elemento de trabalho da rendeira, colabora na visualização de alguns modelos de rendas que serão exibidos e discutidos mais adiante.

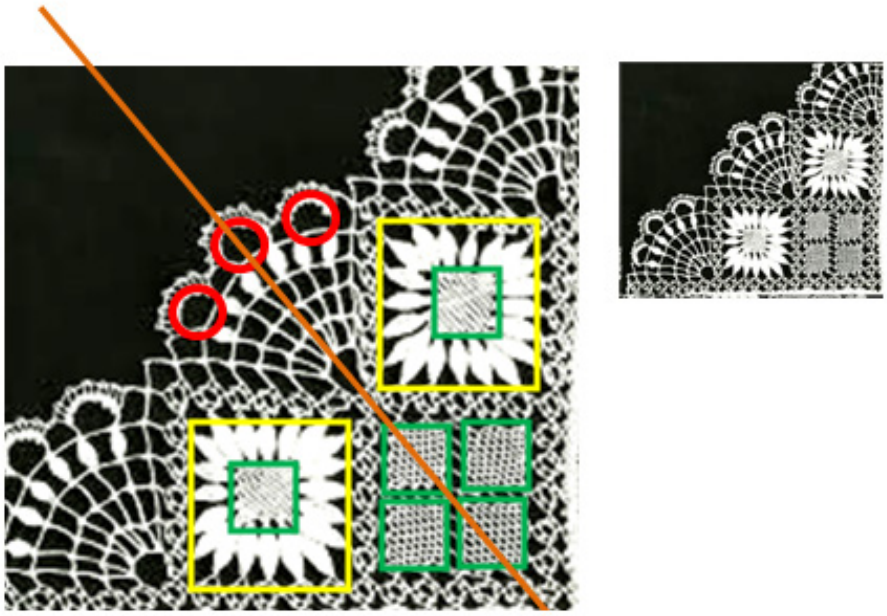
Figura 1. Almofada e bilros para fazer renda.

Fonte: Santos (2012, p. 62)

A cultura e a Matemática podem ser entrelaçadas? Kulesza et al (2006) apresenta a Matemática como parte integrante da cultura, e diz que a aprendizagem se realiza a partir do já conhecido. Santos (2012), complementa ao dizer que o saber cotidiano, a cultura popular, também precisam ser acionados na Educação Matemática. Gerdes (1991, p. 22), afirma que *o reconhecimento das práticas e tradições científicas populares e a incorporação no currículo contribui para o renascimento cultural, por reforçar a autoconfiança cultural.*

A figura 2 a seguir, dar pistas da relação entre a Matemática e a Cultura social da renda de bilro.

Figura 2: Matemática e Cultura.



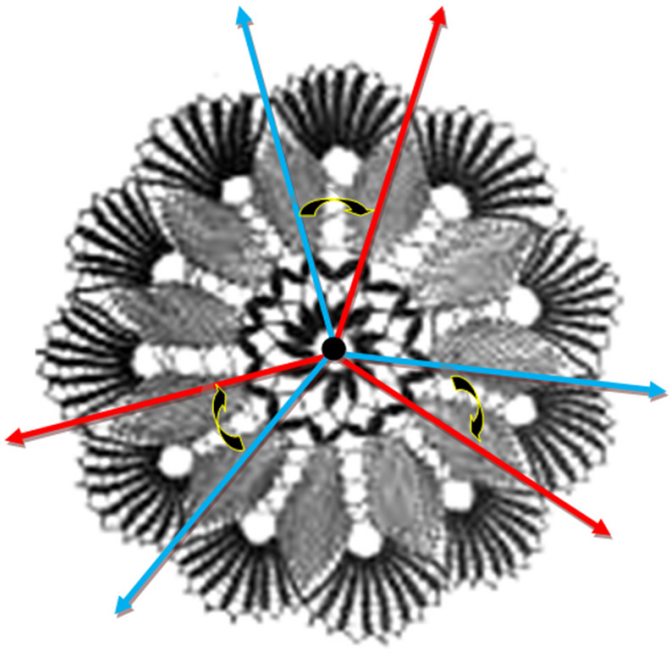
Fonte: Santos (2012, p. 59)

Observando a figura 2 destaco as relações da renda de bilro com as figuras geométricas e os padrões que ela apresenta, além de outros conteúdos que podem ser explorados, como as propriedades das figuras geométricas, os movimentos - do tipo reflexão. Alvarenga (2002) informa que o conceito de simetria pode ser utilizado para exploração e construção de formas, sejam rodas, frisos ou portões. Vale destacar a importância da clareza de que a ideia de simetria

está de algum modo entrelaçada às transformações geométricas, especificamente às isometrias.

A renda de bilro, como prática artesanal, instiga o saber Matemático, a partir da exploração de suas formas e movimentos. Santos (2012) apresenta a figura 3 a seguir para ilustrar um padrão de simetria compatível com a isometria, proporcionando um movimento de rotação considerando o eixo.

Figura 3. Movimento de rotação.



Fonte. Santos (2012, p. 105)

A autora destaca que além das rendas de bilro, a simetria, na arte ornamental, aparece em diversas formas e facilita a exploração dessas formas simétricas para explorar conceitos matemáticos. A concepção de simetria é uma das mais ricas em Matemática e, em particular, na geometria, e em várias situações, essa acepção nem sempre é clara e provoca comumente muitos conflitos.

No cotidiano, quando se fala em simetria, é comum a associação com uma figura ou algo 'perfeito', pois para a maioria das pessoas, a concepção de simetria está muito mais associada à Arte e à Natureza do que à Matemática. Além dessa concepção, também, os conceitos sobre beleza estão fortemente pautados em princípios de simetria. A partir dessa reflexão, é perceptível a ideia de que se encontra simetria por toda parte, especialmente na natureza, no nosso corpo, ao nosso redor. Ao longo dos tempos, a definição de simetria foi se ampliando e quando discutida formalmente passou a ser descrita por uma determinada beleza em busca da perfeição das formas.

Recorro a Alvarenga (2002, p. 449) sobre sua premissa de que qualquer transformação geométrica exige alguns parâmetros, são eles: (a) a descrição geométrica do objeto (forma, posição); (b) os atributos visuais do objeto (cores, linhas, padrões); (c) outros atributos (que dependem da aplicação desejada); (d) o sistema de coordenadas, que diz onde estão os objetos. É possível dizer que essa visualização matemática deve ser percebida como uma demonstração do pensamento, que está na forma de se olhar e de se pensar a visualização de uma determinada imagem, que está intrinsecamente ligada também à experiência, capaz de mostrar as relações matemáticas, estabelecidas a partir de um olhar construído.

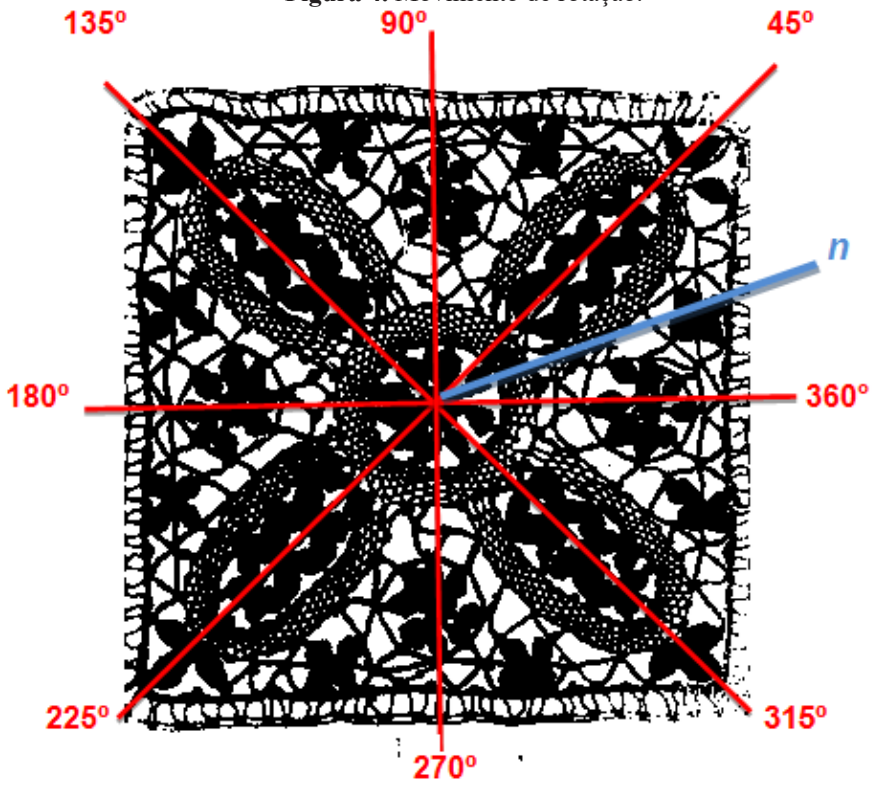
Segundo Wagner e Flores (2011, p. 1) apud Santos (2012, p. 120)

> (...) o desenvolvimento das habilidades de visualização considerando a relevância que as representações visuais e as práticas culturais têm dado ao "olhar". De acordo com Flores (2007), este crescente interesse dos pesquisadores deve-se em boa parte ao fato de que na sociedade atual as imagens e as informações visuais exercem forte influência na construção das subjetividades contribuindo assim para a formação geral do educando[1].

Com base nessa reflexão, as autoras, indicam que as imagens de forma geral exercem determinada influência em nossa habilidade de julgamento capaz de despertar a subjetividade e de permitir induções de conhecimento do que se ouve e se lê.

Peço que observe, novamente, na figura 3, o eixo de simetria, e a partir de sua percepção visual, considere que uma figura terá padrão de simetria rotacional se, quando dividida em duas partes por uma reta r, uma das partes, quando rotacionada em torno de um ponto, coincidir com a primeira. Visualizo na imagem da renda de bilro, uma fonte de conteúdos matemáticos, construídos a partir da visualização, ao olhar o movimento de rotação, e esses movimentos de todos os pontos do motivo padrão em torno de um ponto n, chamado de centro de rotação, considerando um ângulo de 0 a 360º. Para melhor detalhamento, veja a seguir a figura 4.

Figura 4. Movimento de rotação.



Fonte: Santos (2012, p. 117).

É preciso entender que a dificuldade que a nossa capacidade perceptiva tem em diferenciar imagens que à partida parecem ser iguais - o que se percebe nas crianças que têm dificuldade em desenhar figuras geométricas a partir de um eixo - será, provavelmente, culpada pela

1 In. História, Arte e Matemática: visualizando perspectiva na pintura renascentista. WAGNER, Débora Regina; FLORES, Cláudia Regina. XIIICIAEM. In:
http://cimm.ucr.ac.cr/ocs/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/397/697
Acesso em 05 de outubro de 2018..

pressa e estado ameno de consciência alterada instigado pela observação de padrões geométricos intrincados apoiados na simetria. Para reconhecer alguns padrões geométricos, bem como as relações de simetria e isometrias, e os demais conteúdos já mencionados, foi preciso exercitar um olhar *analítico* que viesse a contribuir para tal correlação da Matemática com a renda de bilro e que pudesse também contribuir para a inclusão de uma antropologia à Matemática. A seguir apresento a criação da renda de bilro como uma atividade histórica, social de subsistência familiar, repleta de ornamentos geométricos e simetria e isometria, em suas formas, sob à ótica da Matemática e Cultua.

Renda de bilro: contribuições significativas para a matemática

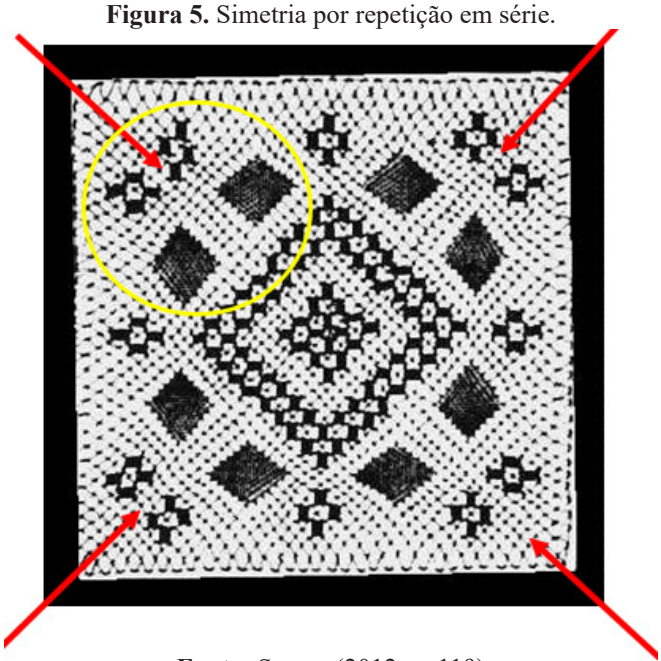
A renda de bilro é um exemplo, dentre outras práticas da cultura brasileira, que pode resgatar o sentido de se aprender com mais significado os conteúdos matemáticos. É importante, segundo Gerdes (1999), (multi) culturalizar o currículo escolar para poder melhorar a qualidade na Educação Matemática.

Concordo com Guerdes (2014, p. 19), quando diz que

> Como as fronteiras coloniais herdadas raras vezes consideraram as realidades culturais e étnicas existentes, muitos países do "Terceiro Mundo" veem-se hoje em dia, no difícil processo da construção de uma nação, confrontados com a mesma necessidade de multiculturalizar o seu currículo matemático.

Sobre as rendas de bilro, as características intrínsecas a criatividade, a habilidade e a Matemática Cultural, estão presentes nas mãos das rendeiras, como exemplos, destaco os casos da simetria por repetição em série, e da simetria por reflexão centrada em temas que envolvem ângulos, essa relação aparece na maioria das rendas de bilro. A seguir a figura 5 apresenta essas relações, e o olhar para a multicularização do currículo de matemática, deve ser cultivado a partir das percepções visuais dessa prática sociocultural.

Figura 5. Simetria por repetição em série.



Fonte: Santos (2012, p. 119)

Segundo Fainguelernt e Nunes (2006, p. 14, *apud* SANTOS, 2012, p. 119), é importan-

te notar que grandes cientistas, como Poincaré e Einstein, mostram o quanto a imaginação e a intuição estão na base de qualquer investigação científica. Destacam ainda que (...) Para chegar a uma verdade nova, que contribua para o avanço da ciência, o investigador precisa arriscar, perguntar, transgredir o que já está dado como certo, como logicamente possível. Na tentativa de melhor explicar esse pensamento, Gerdes (1991, p. 46) clarifica ao afirmar que existe Matemática 'escondida' ou 'congelada'.

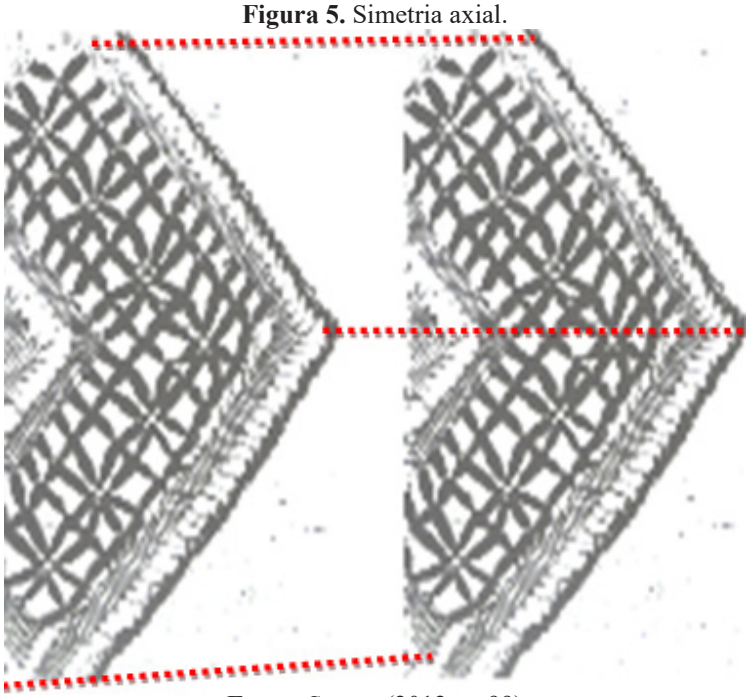
O artesão que imita uma técnica de produção conhecida não está, geralmente, a fazer muita Matemática. Mas o artesão que descobriu a técnica fez Matemática, desenvolveu Matemática, estava a pensar matematicamente. Seja a Matemática, ora '*escondida*' ou ora '*congelada*' nas práticas sociais e culturais, pode ajudar como ponto de apoio para reorientação da Matemática escolar, como mostradas nos padrões das rendas de bilro, em geral.

A Matemática alinhavada nas rendas de bilro, possibilita a reflexão das relações geométricas a partir da produção dessa arte, olhando para a construção Matemática com base nas formas, movimentos e padrões. Para Gerdes (1999, p. 79), a Matemática cultural é uma parte da luta contra o '*subdesenvolvimento matemático*' e o combate ao preconceito racial e neocolonial. Portanto, valorizar as práticas culturais, não só dignifica o artesão, mas inclui na academia um saber que outrora era despreendido de valor, e, por conseguinte, ignorado.

A relação da simetria nas rendas de bilro construídas a partir de um pensamento matemático comparativo com as simetrias construídas por meio das figuras geométricas nos faz refletir acerca dos tipos básicos de simetria que relacionam a simetria à proporção equilibrada e à harmonia. Segundo Alvarenga (2002), num ponto de vista mais matemático-formal, a simetria deve ser entendida numa categoria de ordem. Tecendo essa linha de pensamento, tem-se que por meio da reflexão, uma imagem é invertida em relação a um eixo, formando-se numa imagem espelhada da original.

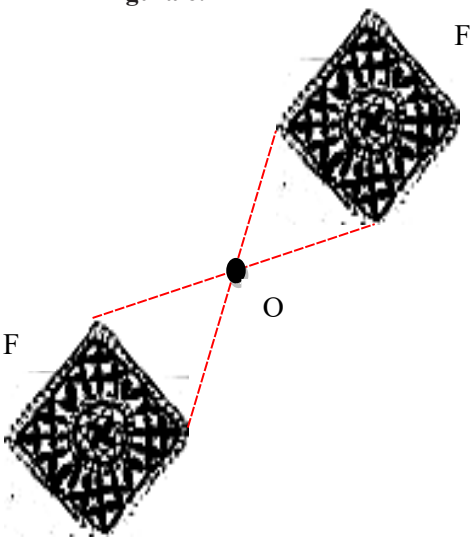
As figuras 5 e 6 a seguir, respectivamente, apresentam a simetria axial e simetria central das transformações geométricas e podem ser chamadas também de reflexões, meias-voltas (no plano) ou inversões (no espaço).

Figura 5. Simetria axial.



Fonte: Santos (2012, p. 99)

Figura 6. Simetria central.

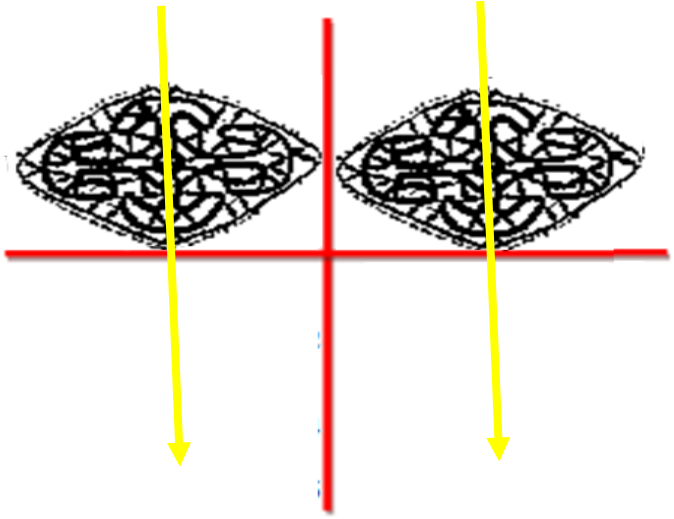


Fonte: Santos (2012, p.100)

Na figura 6, a construção matemática está relacionada com a simetria central ou rotacional, ou seja, ela está girando em relação a um ponto fixo central, chamado de centro de simetria, em que essas figuras coincidem em um dado momento uma com a outra.

Existe simetria se uma mudança num dado sistema mantém as características essenciais do sistema, inalteradas. As relações matemáticas a partir da renda de bilro, torna perceptível as dificuldades perceptivas que se tem em distinguir imagens que à partida parecem ser iguais. Isso ocorre, possivelmente, pela ligeireza e ameno estado de consciência alterada, provocado pela observação de padrões geométricos trançados baseados na simetria, veja a figura 7, a seguir.

Figura 7. Movimento de Reflexão.



Fonte: Santos (2012, p. 103)

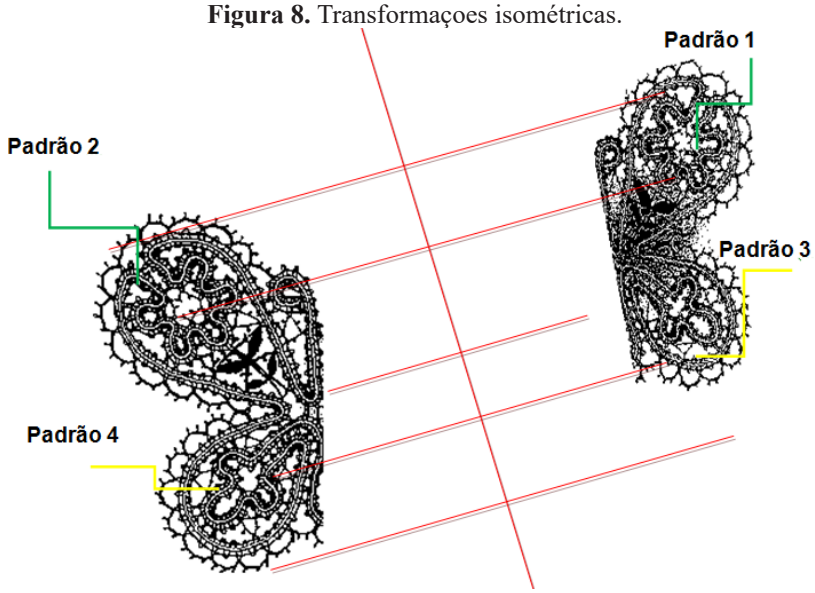
Essas dificuldades são mais fortes nas crianças, quando lhes é solicitado para desenhar figuras geométricas a partir de um eixo.

Para exemplificar, a figura 8, apresenta o movimento de reflexão como uma dessas transformações isométricas. A figura 8, foi construída a partir de um modelo de renda de bilro, e apresenta algumas transformações isométricas, além de padrões recorrentes, que podem ser

analisados a partir das setas de indicação.

As transformações isométricas apresentadas na figura 8, auxiliam na passagem de um pensamento mais elementar para um pensamento abstrato, pois o movimento apresentado, requer análise dos padrões sugeridos, na imagem.

Figura 8. Transformaçoes isométricas.



Fonte: Santos (2012, p. 104)

Os padrões 1 e 2, bem como os padrões 3 e 4, e a partir de um pensamento matemático comparativo, é possível o estabelecimento de relações matemáticas possíveis a partir dos conceitos de simetria e isometria. Alvarenga (2002) assinala que as transformações podem alterar ou não as coordenadas que descrevem o objeto. No entanto, esses conceitos que não estão tão evidentes para a construção, é importante que o professor esteja sempre rememorando junto com os alunos os conceitos construídos e ao mesmo tempo deve ir fazendo as conexões com outros novos conteúdos, e diagnosticar o que os alunos aprenderam.

Para o desenvolvimento do conceito de simetria proponho a comparação da renda de bilro original com uma figura representativa, a fim de aprofundar os invariantes topológicos em forma de teorema. Assim, com base em Famer (1999), oriento que o professor: (1) Elabore junto com os alunos regras que expliquem as classificações de tipos de simetrias; (2) Tentem descobrir que simetrias a figura tem e faça quantas combinações forem possíveis; (3) Classificar os tipos de simetrias identificados; (4) Ficar atentos as classificações das simetrias, pois nem todas as combinações podem ser consideradas simetrias.

Na próxima seção, discuto a passagem do pensamento matemático elementar para o pensamento algébrico, a partir de representações mentais, visando um processo contínuo, sem rupturas.

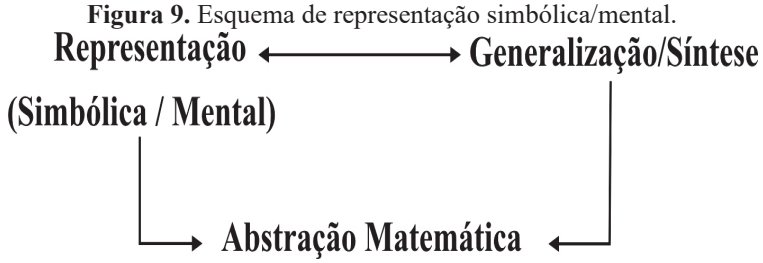
Padrões de simetria e o pensamento algébrico

Vale considerar que para Mendes (2009b), inicialmente o pensamento matemático é elementar, todavia em nosso trabalho, a passagem do pensamento elementar para um pensamento mais complexo é relevante, pois possibilita as representações mental e simbólica, o que vai depender do envolvimento do aluno com a situação-problema apresentada a ele pelo professor. O pensamento algébrico, como o pensamento geométrico, tornou-se uma orientação para o currículo de matemático, os padrões são uma fonte de referência possível para a introdução da

Álgebra e, consequentemente, para o desenvolvimento do pensamento algébrico.

As ideias de Mendes (2009b) podem ser mais bem compreendidas a partir do esquema representa na figura 7, e favorece o entendimento e a passagem da representação à generalização.

Figura 9. Esquema de representação simbólica/mental.



Fonte: Mendes (2008, p. 30) apud Santos (2012, p. 105)

No que diz respeito a esse entendimento sobre o conhecimento matemático como processo de imaginação, Mendes (2009b, p.31) assegura que

> a componente intuitiva diz respeito ao modo como fazemos uso da imaginação, da visualização, de todas as nossas vivências humanas e, até mesmo, das nossas características biológicas na elaboração do pensamento matemático. Para o autor, é através da intuição que conseguimos interpretar conceitos matemáticos e falar de diversas situações matemáticas.

O conhecimento matemático é originário de um processo de construção de conceitos abstratos que envolve a imaginação, os contraexemplos, as conjecturas, os erros, os acertos e outros elementos. A imaginação matemática como fonte de produção criativa de conceitos matemáticos a partir de um pensamento construído por meio da visualização matemática. A renda de bilro como uma prática sociohistoricocultural é apresentada como mobilizadora de sentidos, criatividade e imaginação humana, constituindo assim, um enfoque essencial para a aplicação de conteúdos matemáticos a serem '*descongelados*'.

A Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017), apresenta 5 unidades, dentre elas a unidade temática Álgebra, a qual

> (...) por sua vez, tem como finalidade o desenvolvimento de um tipo especial de pensamento – pensamento algébrico – que é essencial para utilizar modelos matemáticos na compreensão, representação e análise de relações quantitativas de grandezas e, também, de situações e estruturas matemáticas, fazendo uso de letras e outros símbolos. (BRASIL, 2017, p. 268).

A partir dessas relações, para desenvolver esse tipo de pensamento, é necessário, que o professor trabalhe com os alunos, atividades que auxiliem a identificação de regularidades e padrões de sequências numéricas e não numéricas, a fim do estabelecimento das leis matemáticas que anunciem a relação de interdependência entre grandezas em diferentes contextos. Durante o processo do desenvolvimento do pensamento geométrico, os alunos devem ainda, criar, interpretar e transitar entre as diversas representações gráficas e simbólicas. (BRASIL, 2017).

Corroborando com Mendes (2009a), Arcavi (2006) diz que é preciso para o desenvolvimento do pensamento algébrico desenvolver o sentido do símbolo e isso só ocorre quando o professor é capaz de criar atividades e práticas de sala de aula com a finalidade da construção do significado dos símbolos na perspectiva da exploração de padrões. Tais atividades devem

ser pautadas na investigação, a fim de possibilitar o desenvolvimento da capacidade dos alunos de a partir dessas situações concretas, generalizem regras, e cheguem ao pensamento algébrico. Mais especificamente, destaco, no que se refere ao pensamento algébrico, que é necessário desenvolver situações problemas que envolvam a simbolização e a modelação, compreendendo que nos primeiros anos de escolaridade, que esse tipo de pensamento, pressupõe o desenvolvimento de atividades que auxiliem as formas dos alunos pensar e representar o pensamento a partir das relações entre quantidades e generalizações.

Vale destacar que na BNCC (BRASIl, 2017) a álgebra já inicia desde o 1º. ano do ensino fundamental dos anos iniciais, a partir da discussão dos padrões figurais e numéricos: investigação de regularidades ou padrões em sequências, além de sequências recursivas: observação de regras usadas utilizadas em seriações numéricas (mais 1, mais 2, menos 1, menos 2, por exemplo), e no 5º. ano do ensino fundamental anos iniciais, são explorados conteúdos sobre as propriedades da igualdade e noção de equivalência; grandezas diretamente proporcionais; problemas envolvendo a partição de um todo em duas partes proporcionais.

Sobre as habilidades a serem desenvolvidas, destaco na BNCC (BRASIL, 2017), a ideia de reconhecer simetria de reflexão em figuras e em pares de figuras geométricas planas e utilizá-la na construção de figuras congruentes, com o uso de malhas quadriculadas e de *softwares* de geometria. Seja no 1º. ano do ensino fundamental ou no 5º. ano do ensino fundamental dos anos iniciais, ou nos anos finais do ensino fundamental, é papel do professor mudar o processo de ensino estático e unilateral em que o professor é o único informante e cujas ações conduzem colaboram para a formação de um aluno passivo. Para Mendes (2009a) é preciso romper com esse tipo de ensino, proporcionando as aulas dinâmicas centradas em situações-problemas investigativas e análise da realidade matemática, envolvendo nesse processo os contextos socioculturais, favorecendo o crescimento do aluno, no processo de aprendizagem, visando a apreensão do conhecimento, no cotidiano, a partir também da prática da visualização matemática.

Compreendo que o pensamento algébrico, deve ser estimulado a partir da prática da visualização matemática, para tanto, apresento a renda de bilro, como suporte pedagógico, nesse ininterrupto processo, pois ao observar os padrões nas rendas de bilro, o aluno entra em contato com um excelente componente de abordagem poderosa à Álgebra, como suporte do pensamento pré-algébrico, sobretudo nos anos iniciais. Para tanto, é necessário que os nossos alunos tenham contacto com experiências, a partir de atividades que envolvam o estudo de padrões e regularidades. As reflexões sobre matemática e cultura, se coadunam com as reflexões sobre o uso das rendas de bilro para trabalhar conteúdos matemáticos, o desenvolvimento do pensamento algébrico a partir de padrões e regularidades, encontra apoio em teóricos como Mason (1996) e Ponte (2005), esses autores defendem similarmente que o estudo de padrões e regularidades é um meio privilegiado para desenvolver o pensamento algébrico.

Considerações

As reflexões apresentadas, aludem uma prática artesanal de referência histórico social, que se mostrou adequada para o trabalho com a simetria e as transformações geométricas, especificamente, aqui, com os tipos de reflexão, as quais podem ser exploradas na sala de aula da educação básica, como também com alunos de EJA, e em cursos de formação. Ressalto que a partir das reflexões ficou evidente a relação da renda de bilro e a Matemática Cultural, bem como, as contribuições dessa prática no avanço do pensamento elementar para o pensamento mais complexo.

Espero lançar um olhar mais crítico para o currículo escolar, ampliando a ideia de uma multiculturalização do currículo de matemática, considerando o que diz D'Ambrosio (2011),

acerca de um currículo dinâmico baseado em três atividades: sensibilização, suporte e socialização, para além das gaiolas epistemológicas.

Esses trançados auxiliam no estabelecimento das conexões entre duas áreas de conhecimentos distintos, de um lado o saber das rendeiras(simbólico) e de outro o saber matemático(racional) que se entrelançam para valorizar a prática das rendeiras de bilros e dar maior significado aos conteúdos a serem 'descongelados' como enfatiza Gerdes (2010).

O currículo de matemática para trabalhar nessa perspectiva deve ser de natureza multicultural. Vale o destaque que com a integração desta tradição regional, (as práticas das rendas de bilro), no currículo nacional, o conhecimento que se revela e o seu potencial matemático, colaboram para que o currículo seja menos monopolizado, mais regionalizado, menos voltado para uma etnia, em particular, proporcionado nesse contexto, a incorporação desta e de outras práticas populares advindas/originárias de todas as regiões do país, a fim de contribuir para o desenvolvimento de um currículo multiculturalizado, o qual será de grande relevância na construção de uma nação mais emancipada/emancipadora.

Desejo que essas reflexões sirvam para romper com o sentimento de que a matemática é uma disciplina complexa e sem utilidade, importada de outras civilizações, provocando a ruptura de um currículo transplantado de forma apressada das nações altamente industrializadas para os países do "Terceiro Mundo. (GERDES, 2014).

Almejo um currículo integrador, que desperte nos alunos e professores, diferentes percepções e atitudes na *práxis* docente e discente, suscitando o anseio na [re]elaboração dos conceitos matemáticos, que incorpore práticas culturais, e aproxime mais os sujeitos da matemática. Em outras palavras, aguardo que a concepção de trabalhar a matemática a partir das práticas culturais, estimule a *consciência cultural* nos professores, atendendo, nesse contexto, uma das premissas indispensáveis para a emancipação da educação matemática, a de ser orientada-pela-cultura. (GERDES, 2014). Por fim, fica a satisfação de saber que a relação da renda de bilro, como prática sociocultural e os conteúdos matemáticos, de simetria atendem as premissas da Educação Matemática, e colaboram com o *descongelamento* de conteúdos matemáticos, vidando a melhoria da imagem da matemática frente aos estudantes, de modo geral.

Referências

ALVARENGA. Luiz Gonzaga de. Geometria e Imagem. 2002.

ALMEIDA, Maria da Conceição de. Complexidade, saberes científicos, saberes da tradição. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2010. (Col. Contextos da Ciência).

ARCAVI, A. El desarrollo y el uso del sentido de los símbolos. In I. Vale, T. Pimentel, A. Barbosa, L. Fonseca, L. Santos & P. Canavarro (Orgs.), *Números e Álgebra na aprendizagem da Matemática e na formação de professores* (pp. 29-48). Lisboa: SEM-SPCE, 2006.

BRASIL. Base Nacional Comum Curriuclar(BNCC). Ministério da Educação(MEC), 2017.

DANTAS, B.G. "Tu me ensina a fazer renda: gerações e processos de aprendizagem de ofícios tradicionais" in CUNHA, M. C. (org.) Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, nº 32, Brasília: Ministério da Cultura, 2005.

D'AMBROSIO, U. Educação para uma sociedade em transição. – 2ª. edição – Natal, RN: EDUFRN, 2011. 258p.

D'AMBROSIO, U. História da Matemática no Brasil: Uma Visão Panorâmica até 1950, Saber y Tiempo, vol. 2, nº. 8, Julio-Deciembre 1997; pp.7-37.

FAINGUELERNT, Estela Kaufman & NUNES, Katia Regina Ashton. Fazendo Arte com Matemática. Porto Alegre: Artmed, 2006; 126p.: Il; 25 x 1,75 cm.

FALCÃO, C. R. Rendas e Rendeiras... de Beatriz Góis Dantas: a interdisciplinaridade e o documento oral nas metodologias de registro do patrimônio. IN: Proa - Revista de Antropologia e Arte [on-line]. Ano 01, vol. 01, n. 01, ago. 2009. Disponível em: http://www.ifch.unicamp.br/proa/resenhas/resenhachristiane.htm, acesso em 03/07/2010.
FARMER, David W. Grupos e simetrias: um guia para descobrir a matemática. Tradução Cristina Izabel Januário. Lisboa: Gradiva, 1999. (Série: A matemática em construção).
FLORES, Cláudia R. Cultura visual, visualidade, visualização matemática: balanço provisório, propostas cautelares. Revista ZETETIKÉ, Campinas: Unicamp – FE - CEMPEM, v.18, 2011.
GERDES, Paulus. Geometria Sona – Reflexões sobre uma tradição de desenho em povos da África ao sul do Equador. Volume 2: Explorações educacionais e matemáticas (Universidade Pedagógica, Maputo, 1993), 2014.
GERDES, Paulus. Desenhos de Angola: viver a Matemática. 4ª. Edição. São Paulo. Editorial Diáspora, 2010.
GERDES, Paulus. ETNOMATEMÁTICA: Cultural, Matemática, Educação. Edição: Instituto superior Pedagógico. Maputo, Moçambique, 1999.
GERDES, Paulus. ETNOMATEMÁTICA: Cultural, Matemática, Educação. Edição: Instituto superior Pedagógico. Maputo, Moçambique, 1991.
GIRÃO, Valdelice Carneiro. Renda de Bilros. Fortaleza, Edições UFC, 1984. 448 p.
GIRÃO, Valdelice Carneiro. Rendas e Bordados do Ceará. Separata de "O Ceará", 3ª edição, Fortaleza, 1965.
KULESZA, Wojciech Andrzej. Igreja e Educação na Primeira República. In: MACHADO, Charliton, José dos Santos, SCOCUGLIA, Afonso Celso (Orgs.), Pesquisa e Historiografia da Educação Brasileira, Campinas, SP: Autores Associados, 2006.p.88-89.
MASON, J. Expressing generality and roots of algebra. In N. Bednarz, C. Kieran & L. Lee (Eds.), *Approaches to algebra* (pp. 65-86). Dordrecht: Kluwer, 1996.
MENDES, Iran Abreu. Matemática por atividades. Sugestões para a sala de aula/ Iran Abreu Mendes, Pedro Franco de Sá. – Natal: Flecha do Tempo, 2006. 84p
MENDES, Iran Abreu. Investigações históricas de práticas sociais: em busca de outras epistemologias da Matemática. Projeto de pesquisa/CNPq. Natal: UFRN, 2009a.
MENDES, Iran Abreu. Matemática e Investigação na sala de aula: tecendo redes cognitivas na aprendizagem. Editora Livraria da Física: São Paulo, 2009b.
MORIN, Edgar. A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. Trad. Eloá Jacobina. _ 16ª. edição. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 128p.
PONTE, J. P. Álgebra no currículo escolar. *Educação e Matemática*, 85, 36-42, 2005.
RÊGO. Rogéria Gaudêncio et al. Padrões de Simetria: do cotidiano à sala de aula. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2006.
SANTOS, Maria José Costa dos. Geometria e simetria nas rendas de bilro: contribuições para a Matemática escolar/Maria Jose Costa dos Santos. – NATAL, RN, 2012. 195 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Sociais Aplicadas. Programa de Pós-Graduação em Educação. Linha de Pesquisa: Educação Matemática, sob a orientação do Professor Dr. Iran Abreu Mendes.

Maria José Costa dos Santos
Universidade Federal do Ceará (UFC) – CE/Brasil
E-mail: mazzesantos@ufc.br

Livro didático, artefatos socioculturais e ensino de simetria no Ensino Fundamental

Textbook, sociocultural artifacts and symmetry teaching in elementary school

Jeová Pereira Martins
Universidade Federal do Pará (UFPA) - Pará/Brasil

RESUMO

Este artigo tem como objetivo estabelecer relações conceituais e didáticas entre artefatos socioculturais, livros didáticos e os casos de simetria dos anos finais do ensino fundamental que poderão subsidiar a pratica pedagógica do professor de matemática desse nível de ensino. Os fundamentos teóricos adotados, advém, principalmente, das ideias de Mendes (2014), Farias e Mendes (2014), Miguel e Mendes (2010), Brasil (1997). Trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo cujos dados foram obtidos por uma pesquisa bibliográfica em cinco coleções de livros didáticos de matemática dos anos finais do Ensino Fundamental e em textos sobre a temática discutida e por uma pesquisa por imagens na internet, em Belém e em Ponta de Pedras, no Pará. Os resultados apontam que as relações conceituais estabelecidas entre os artefatos socioculturais e as simetrias do ensino fundamental não são observadas nos livros didáticos de forma substancial o que me impulsionou a elaborar uma proposta de complementação do livro didático, contida em nossas conclusões, como expressão das relações didáticas estabelecidas. Esperamos que este texto seja formativo para professores, pesquisadores, educadores matemáticos e estudantes.

Palavras-chave: Livro didático; Artefatos socioculturais; Ensino de Simetria.

ABSTRACT

This article aims to establish conceptual and didactic relationships between sociocultural artifacts, textbooks and the symmetry cases of the final years of elementary school that can subsidize the pedagogical practice of the mathematics teacher at this level of education. The theoretical foundations adopted come mainly from the ideas of Mendes (2014), Farias and Mendes (2014), Miguel and Mendes (2010), Brazil (1997). It is a qualitative research whose data were obtained by a bibliographical research in 5 collections of textbooks of mathematics of the final years of Elementary School in texts on the subject discussed. The results show that the conceptual relationships established between sociocultural artifacts and the symmetries of elementary education are not observed in textbooks in a substantial way, which did not impel us to elaborate a proposal to complement the didactic book in our conclusions with the expression of established didactic relations. We hope this text will be formative for teachers, researchers, mathematical student educators.

Keywords: Textbook; Sociocultural artifacts; Teaching of Symmetry.

1. Introdução

O Presente texto aborda um recorte de uma pesquisa concluída[1] e tem como objetivo estabelecer relações conceituais e didáticas entre artefatos socioculturais, livros didáticos e os casos de simetria dos anos finais do ensino fundamental que poderão subsidiar a pratica pedagógica do professor de matemática desse nível de ensino. Esse objetivo foi formulado com vistas a obter respostas à questão: Que relações conceituais e didáticas podem ser estabelecidas entre artefatos socioculturais, livro didático e casos de simetria dos anos finais do Ensino Fundamental?

1 Pesquisa de mestrado do autor realizada concluída em 2017, no âmbito do Programa de Pós-Graduação em educação em Ciências e Matemáticas da Universidade federal do Pará (UFPA).

Para responder à questão proposta, foi feita uma pesquisa por imagens que apresentassem possibilidades de estabelecimento de relações conceituais e didáticas com as simetrias de reflexão, rotação, translação e reflexão deslizante. Essa pesquisa foi feita na internet e nas cidades de Belém[2] e Ponta de Pedras[3] nas quis foram feitas fotografias de alguns artefatos, das quais, posteriormente, foram selecionadas para este estudo, pintura corporal, pinturas em carrocerias de caminhão, tapetes de crochê e cerâmica de Ponta de Pedras.

Foi feita, ainda, uma pesquisa bibliográfica em textos que tratassem do tema da pesquisa, nos Parâmetros Curriculares de Matemática (PCN) e em cinco coleções de livros didáticos de matemática dos anos finais do Ensino Fundamental aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Essa pesquisa teve como foco: a obtenção do aporte teórico para sustentar os argumentos em defesa das relações conceituais e didáticas estabelecidas; verificar como essas relações se estabelecem nos livros didáticos estudados e; propor a complementação do livro didático como forma de dar subsídios à prática pedagógica do professor de matemática.

2) Ensino de Matemática e Cultura

A cultura é parte da identidade de um povo, pois quando se fala em cultura logo se pensa em vários elementos como costumes, crenças, mitos, histórias, memórias, construções e artefatos antigos, tipos de práticas e etc. que podem ser materiais ou imateriais, é o que caracteriza um determinado grupo social. Para Santos (2012, p. 85), cultura "é a dimensão da sociedade que inclui todo o saber num sentido ampliado e todas as maneiras como esse saber é expresso" sejam esses saberes sistematizados ou não. Assim, toda sociedade é detentora de cultura e, "as diferenças culturais, não evidenciam a inferioridade ou superioridade de uma cultura em relação à outra, pois cada grupo social se adapta de uma forma específica ao meio cultural circundante" utilizando seus saberes no exercício de compreender, se adaptar e atuar na realidade que os cerca (FARIAS E MENDES, 2014, p. 32).

Ao expressar seus saberes um povo produz sua cultura e ao mesmo tempo é produzido por ela pois, ela se impõe e influencia no desenvolvimento cognitivo do indivíduo que se submete às regras e costumes do grupo ao qual pertence. A cultura imprime marcas no indivíduo, inscreve neles seu *imprinting*[4] que, segundo Farias e Mendes (2014, p. 23), "marca os indivíduos em sua maneira de conhecer e se comportar desde a infância e, se aprofunda por meio da educação familiar e, a seguir, pela educação escolar".

Dessa forma, compreendemos que a educação escolar é uma das expressões da cultura, pois, também é por meio dela que a sociedade educa, prepara, instrui, transmite seus conhecimentos e valores a seus membros. Ela faz parte da cultura e, precisa estar conectada aos conhecimentos culturais. Defendemos neste trabalho que os traços da cultura devem estar imbricados na educação escolar, que os diversos saberes, específicos de uma sociedade, e suas expressões culturais, devem ser utilizados pelos professores, na sua prática pedagógica na Educação Básica, como elementos de conexão entre saberes escolares e saberes não escolares.

Repensar a educação em especial o ensino de matemática é primordial, pois, para muitos alunos a matemática é uma disciplina escolar de difícil compreensão, repleta de regras e símbolos na qual "é difícil ser aprovado no final do ano"[5] o que pode ser reflexo da forma como ela é apresentada para os alunos que muitas vezes são levados a apenas memorizar regras prontas e aplicá-las nas resoluções de exercícios o que pode ser tido como uma forma obsoleta

2 Capital do Estado do Pará.

3 Cidade sede do Município de Ponta de Pedras localizado na Ilha de Marajó no Pará.

4 Termo definido em Morin (1999). Antropologia da liberdade.

5 Expressão muito comum entre os alunos da Educação Básica.

e desinteressante de ensino que lavaria os alunos a conhecer uma matemática fria que dá pouco espaço para a interação e criação, características muito presentes nos alunos dos anos finais do Ensino Fundamental (D'AMBROSIO, 1996).

Neste trabalho, propomos como forma de repensar o ensino de matemática o estabelecimento de ralações conceituas e didáticas entre artefatos socioculturais e os casos de simetria dos anos finais do Ensino Fundamental como proposta de complementação do livro didático utilizado pelo professor de matemática em sua prática pedagógica, partindo-se do princípio de que as práticas socioculturais podem fornecer elementos de ligação entre os seus conhecimentos e os conhecimentos matemáticos escolares (MARTINS, 2017).

As práticas sociais desenvolvidas por um grupo social ou comunidade, ao longo de sua história, são fortemente carregadas de elementos que caracterizam tais grupos e determinam a sua identidade adquirindo, assim, o caráter sociocultural (MIGUEL e MENDES, 2010). Os artefatos socioculturais são os produtos dessas práticas e podem ser exemplificados por: pintura corporal, cerâmicas, cestarias, azulejos decorativos, gradis de ferro, bordados, rendas, dentre outros que possuem em sua estrutura ornamentos que evidenciam padrões que remetem à padrões geométricos.

> A existência de padrões geométricos foi observada em diversos contextos sociohistórico-culturais. Há uma diversidade imensa de matemáticas que emanam das práticas socioculturais, fruto do esforço da humanidade em ler, interpretar, compreender e explicar as realidades natural, social e cultural com vistas a sua sobrevivência no planeta (MENDES 2013, p 105).

Essa diversidade de matemáticas, que se conectam às práticas socioculturais e a seus artefatos, pode ser melhor evidenciada se a matemática for entendida como uma das formas de expressão do pensamento humano que se materializa nesses artefatos, é sistematizado e formalizado pela matemática escolar para remeter à conteúdos ensinados na Escola Básica como por exemplo: área e perímetro de figuras geométricas planas, semelhança e congruência de figuras planas, simetrias e proporcionalidade.

No entanto, será necessário "um esforço comum de teorização" (MENDES, 2014, p 120) entre professores e pesquisadores, no intuito de propor, experimentar e validar tais conhecimentos mostrando que essa conexão contribui para a formação integral do indivíduo, considerando os aspectos cognitivos, políticos e socioculturais, e para que o estudante conheça e valorize o patrimônio sociocultural do seu grupo (e de outros). Dessa forma, a matemática, poderá ser uma das vias para que se estabeleça essa conexão, podendo ser vista pelo aluno como uma forma de combater qualquer tipo de discriminação provocada pelas diferenças sociais, culturais, políticas e etc. (BRASIL, 1998).

Neste trabalho o conteúdo de matemática que focamos são os casos de Simetria dos anos finais do Ensino Fundamental, quais sejam: reflexão, rotação, translação e uma composição de Simetrias aqui chamada de reflexão deslizante cujo ensino se pauta na mobilização de artefatos socioculturais que evidenciam padrões geométrico que remetem a essas simetrias, tema que trataremos no tópico seguinte.

3) Relações conceituais entre os artefatos socioculturais e as simetrias

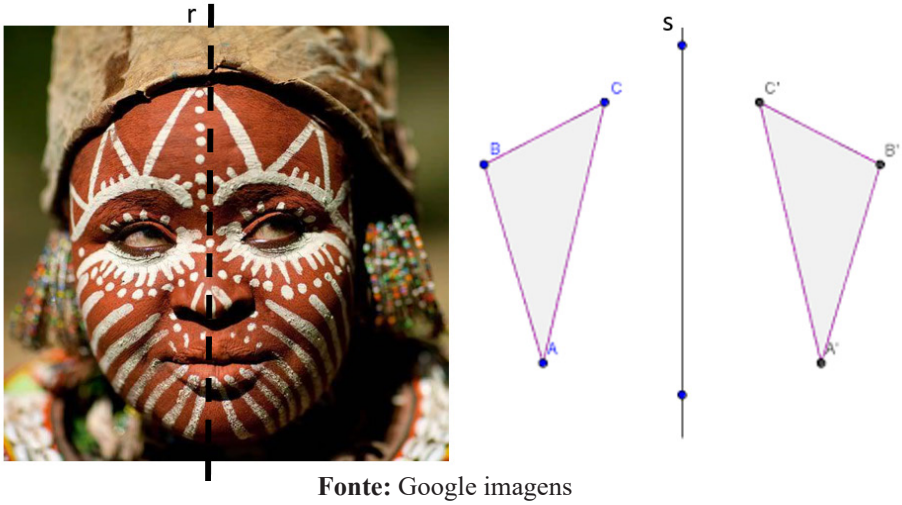
Os casos de Simetrias dos anos finais do ensino fundamental são: reflexão, rotação, translação, podendo ainda ser trabalhada a composição de simetrias. Deverão fazer parte dos conteúdos de matemática tanto do terceiro quanto quarto, ciclos. Rotação, reflexão e translação

têm correspondência com "desenhos de flores, logotipos de empresas, desenhos de peças mecânicas que giram, copos, pratos, bordados, grades de janelas, cercas de jardins, frisos decorativos em paredes, azulejos decorados, tapeçarias, vasos, cerâmicas, pisos" que servirão de meios para que o aluno possa estabelecer conexões com os casos de simetria a partir da visualização de alguns desses artefatos (BRASIL, 1998, p. 124).

Neste estudo tomamos como artefatos socioculturais: pintura corporal, pinturas em carrocerias de caminhão, tapetes de crochê e cerâmica de Ponta de Pedras para estabelecer relações conceituais com os casos de simetria do Ensino Fundamental mencionados.

Quando uma figura é refletida em um eixo imaginário, o conjunto formado pela figura original e por seu reflexo, caracteriza a reflexão, ou seja, a figura e sua imagem são simétricas por reflexão como pode-se observar na Figura 1.

Figura 1 - Simetria de reflexão em pintura corporal

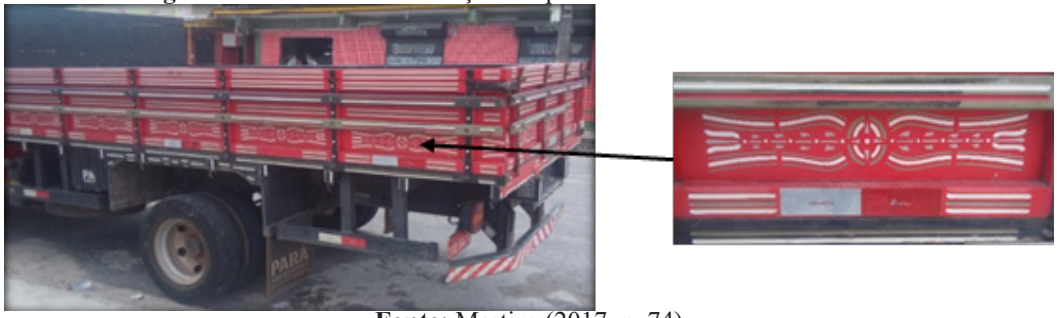


Fonte: Google imagens

A figura 1 é formada por duas imagens a da esquerda que retrata o rosto de uma pessoa com pinturas e a da direita relativa a um sistema de reflexão formado por dois polígonos (ABC e A'B'C') que são um o reflexo do outro a partir do eixo s. Observando-se o a pintura no rosto e comparando-a com os polígonos refletidos, é possível identificar elementos na pintura que remetem à reflexão e que podem ser utilizados para que esse artefato seja mobilizado para o ensino de reflexão no Ensino Fundamental.

As pinturas em carrocerias de caminhão são carregadas de símbolos, em sua maioria arabescos que se deslocam por todas as laterais das carrocerias de caminhão. Essas figuras e seus deslocamentos que enfeitam as carrocerias, têm forte correspondência com casos de Simetria. Na figura 2, podemos visualizar uma figura em destaque, se deslocando na horizontal pela lateral da carroceria.

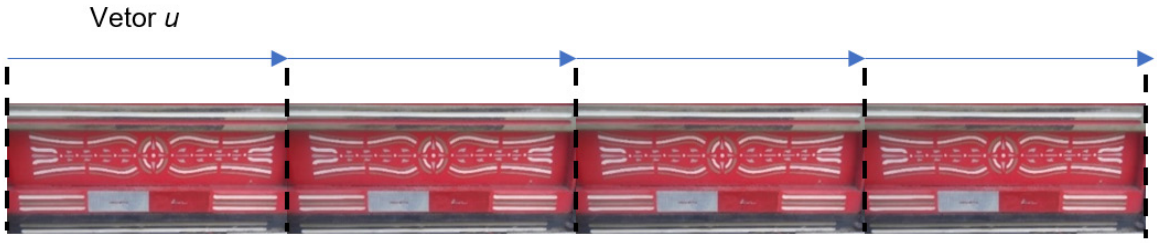
Figura 2 – Simetria de translação em pinturas de carroceria de caminhão



Fonte: Martins (2017, p. 74)

A figura em destaque é limitada por duas hastes de madeiras na horizontal e na vertical. Essas hastes, geralmente preservam as distancias entre elas o que nos leva a concluir que os retângulos que contém o ornamento são semelhantes. Dessa forma o movimento horizontal que desloca o arabesco pela lateral da carroceria preserva as distâncias entre seus pontos e, portanto, suas medidas o que caracteriza a Simetria de translação. Observe como isso ocorre na figura 3.

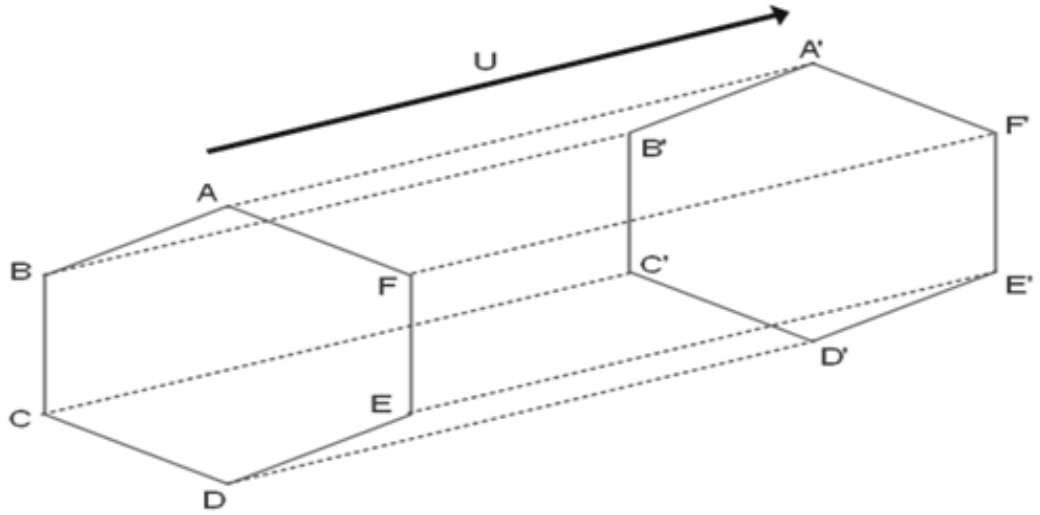
Figura 3 – Simetria de translação em carroceria de caminhão



Fonte: Martins (2017, p. 75)

O vetor *u* é o que determina o movimento da figura. Ela se desloca na mesma direção de u e à mesma distância do módulo de *u*, preservando, assim, visualmente sua forma e tamanho o que caracteriza a sua conexão com a simetria. A relação conceitual pode ser estabelecida quando comparamos as imagens dos artefatos com a Figura 4 composta por dois hexágonos (ABCDEF e A'B'C'D'E'F') cujo deslocamento sob o vetor *u* mantém as dimensões dos polígonos e os torna simétricos por translação.

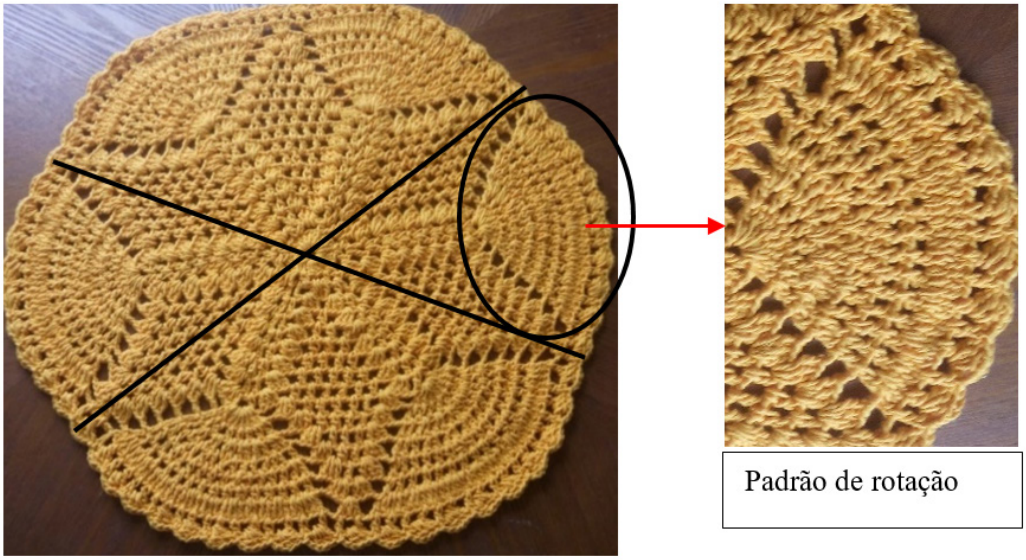
Figura 4: Simetria de translação



Fonte: Google imagens

Na figura 5 temos um tapete de crochê produzido por uma artesã do município de Ponta de Pedras no Marajó cujos padrões geométricos podem ser conectados à *simetria de rotação.*

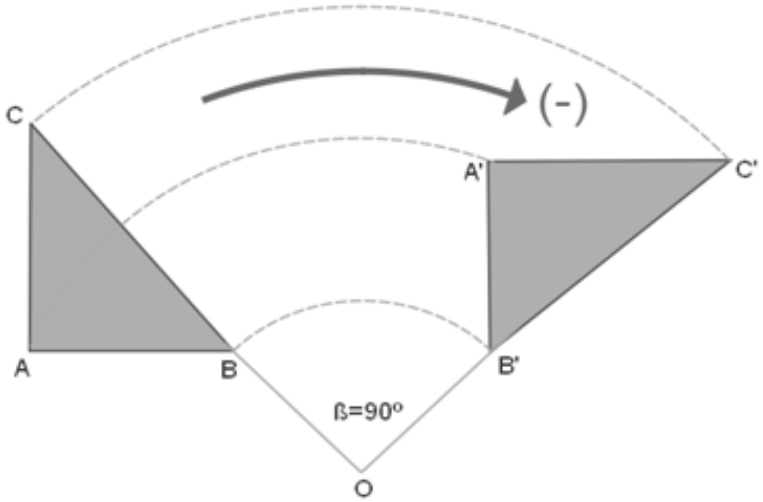
Figura 5. Simetria de rotação em tapete de crochê



Fonte: Acervo do autor

A visualização do movimento de rotação do padrão em destaque é o que irá possibilitar a relação com a simetria de rotação que consiste em se obter figuras simétricas por meio do giro dessa figura em torno de um ponto central, sob um ângulo determinado. A cada giro sob o mesmo ângulo, serão obtidas novas figuras, simétricas à figura original. Isso pode ser constatado ao se observar a figura 6, nela o ângulo de giro α mede 90º e o sentido adotado é o anti-horário, no entanto, o ângulo pode ser outro e o sentido, o horário.

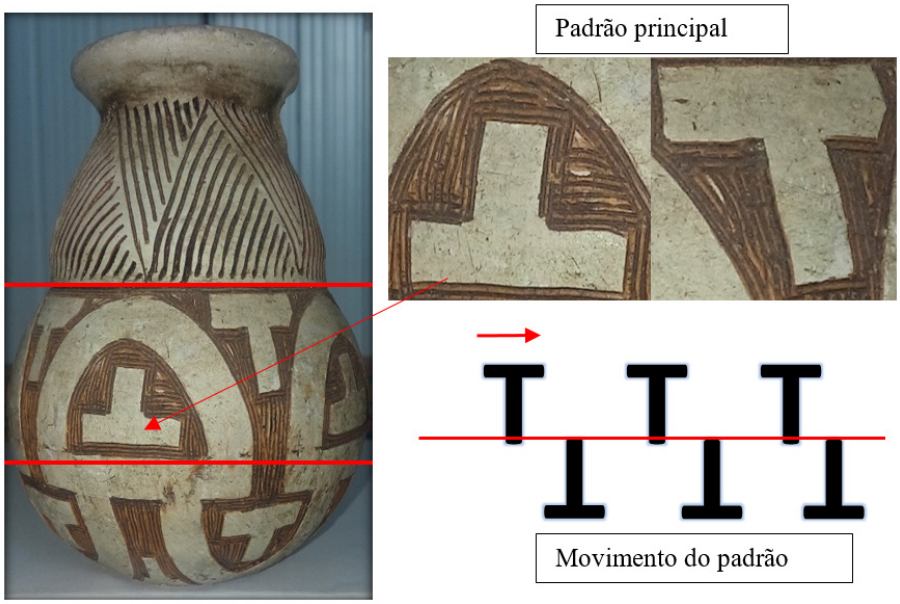
Figura 6 – Rotação



Fonte: Google imagens

A cerâmica retratada na figura 7 foi confeccionada por um artesão de Ponta de Pedras. Observando seus ornamentos, vemos que existe uma figura, semelhante a uma letra **T**, que se movimenta por toda a superfície da peça. Percebe-se que esse padrão aparece em dois sentidos um no sentido normal da letra **T** e o outro como se a referida letra estivesse de "cabeça para baixo".

Figura 7 – Simetria de reflexão deslizante em cerâmica marajoara



Fonte: Acervo do autor

A transformação sofrida pelo padrão **T** consiste na composição de dois movimentos: O primeiro é um giro de 180º o, que faz com ele fique de ponta cabeça, caracterizando uma reflexão em relação ao eixo horizontal, e o segundo movimento é um deslocamento (translação) na horizontal. Essa composição ocorre em duas faixas da cerâmica como indicado na figura. Esse movimento de reflexão e deslocamento (translação) é o que remete à *Simetria de reflexão deslizante.*

Os artefatos estudados, apresentam relações conceituais com os casos de simetria do Ensino Fundamental que foram estabelecidas por meio do estudo das imagens dos artefatos, mais especificamente, dos ornamentos desses artefatos cuja composição gráfica remete aos movimentos característicos das simetrias estudada. Mas as relações conceituais estabelecidas são observadas nos livros didáticos de matemática desse nível de ensino? Elas se refletem em Relações didáticas?

4) Livro didático e ensino de simetria

Tomamos como lente de leitura dos livros didáticos a matriz de análise (quadro 1) elaborada a partir dos argumentos defendidos neste texto sobre ensino de matemática e cultura e sobre as relações conceituais e didáticas potencializadas pela mobilização dos artefatos socioculturais no ensino de simetria nos anos finais do Ensino Fundamental.

Quadro 1: matriz de estudo dos livros didáticos

Características gerais			
Título	Autor	Ano do Ensino Fundamental	Síntese
Elementos de análise			
Casos de simetria	Quais os casos de simetria abordados no livro?		
Tipo de artefato utilizado	Que artefatos socioculturais são utilizados no livro?		
Relações conceituais	São estabelecidas relações conceituas entre os artefatos socioculturais utilizados e os casos de simetria abordados? Como são estabelecidas?		
Relações didáticas	Os artefatos socioculturais utilizados são mobilizados nas atividades de ensino propostas pelo livro? Como são mobilizados?		

Fonte: elaboração do autor

A partir dessa lente, foi feito o estudo de vinte livros didáticos do 6º ano ao 9º ano do Ensino Fundamental. Os livros foram obtidos junto à Secretaria Municipal de Educação de Ponta de Pedras a título de doação. Dos vinte livros estudados, onze trazem o estudo de simetria dentre os seus conteúdos. Ao estudar os livros procuramos, de forma geral, respostas às questões já mencionadas na matriz de estudo. A síntese dos dados obtidos está no quadro 2.

Quadro 2 - síntese dos dados produzidos

Livro	Casos de simetria	Artefatos culturais	Relações conceituais	Relações didáticas
Matemática, teoria e contexto 6º ano	Reflexão	----	Não	Não
Matemática, teoria e contexto 7º ano	Reflexão e rotação	otografia do Taj Mahal	Não	Não
Projeto araribá, 6º ano	Reflexão	Desenho *Quioco*. Taj Mahal	Não	Não
Projeto araribá, 8º ano	Reflexão, rotação e translação	Obra de Escher	Sim	Não
Convergências 6º ano	Reflexão	Pintura	Não	Não
Convergências 7º ano	Reflexão, rotação e translação	Pintura indígena, Azulejos e obra de Escher.	Sim	Não
Vontade de saber 6º ano	Reflexão	----	Não	Não
Vontade de saber 7º ano	Reflexão e rotação	----	Não	Não
Vontade de saber 9º ano	Translação e rotação	Obras de Escher	Não	Não
Projeto teláris, 7º ano	Reflexão	----	Não	Não
Projeto teláris, 9º ano	Translação, reflexão e rotação	Obras de Escher	Não	Não

Fonte: Elaboração do autor a partir de Martins (2017).

O estudo dos 11 livros didáticos mostra que 10 abordam reflexão, 6, rotação. 4, translação e nenhum aborda a composição de simetrias prevista no currículo de matemática dos anos finais do ensino Fundamental, o que suscita a necessidade de se propor essa abordagem como

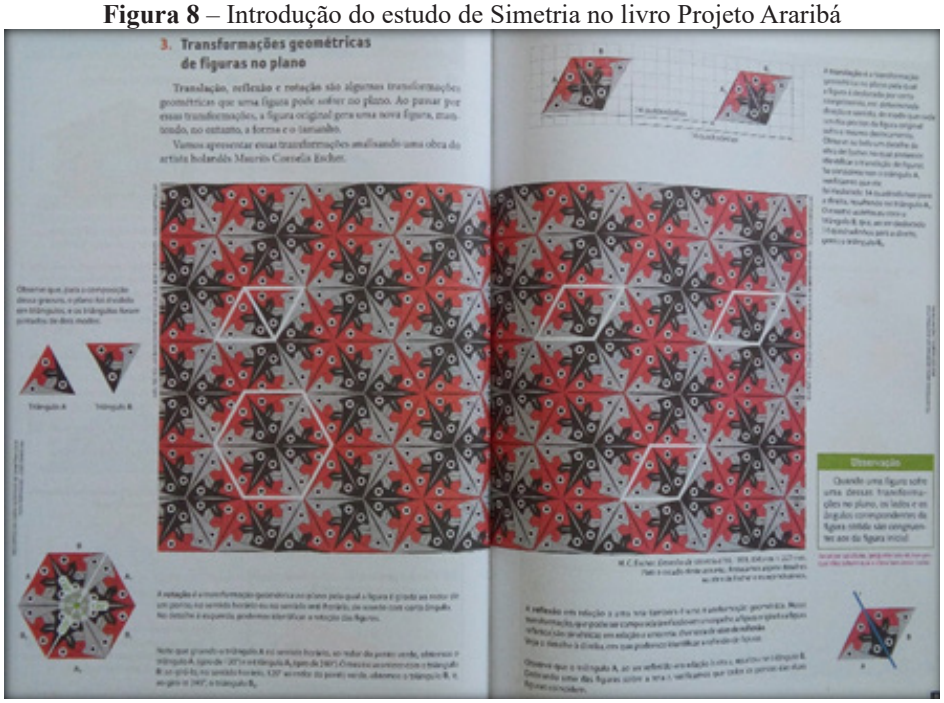
complementação dos livros didáticos de matemática nesse aspecto.

O quadro 2 mostra que 7 dos 11 livros que abordam simetria, mencionam a utilização de algum artefato sociocultural dentre obras de arte, construções arquitetônicas antigas e pinturas que é um dado positivo, pois reflete a inserção das discussões sobre a relação ensino de matemática e cultura, porém, ainda se precisa avançar no aprofundamento dessa relação e na diversificação de artefatos, tendo em vista que nos livros os elementos utilizados se repetem. Dois deles usaram fotografias da fachada do Palácio Indiano Taj Mahal e quatro pinturas de Escher. Isso mostra que os autores não diversificaram.

Sobre os aspectos conceituais, os livros didáticos estudados, dos onze livros que abordam o conceito de Simetria, apenas dois (Projeto Araribá 8º Ano e Convergências 7º Ano), estabelecem relações conceituais dos artefatos socioculturais com os casos de Simetria, pois utilizam os artefatos para introduzir (apresentar) e definir os casos de Simetria. Um dos livros utiliza azulejos decorados e o outro uma obra de Escher para introduzir e definir reflexão, rotação e translação.

O livro Projeto Araribá (do 8º ano) utiliza a obra de M. C. Escher (1898-1972)[6] *desenho de Simetria* E103 de 1959 e a partir dela define as simetrias de reflexão, rotação e translação. Como se pode observar a figura 8 são destacados dois triângulos que servem de base para a composição de toda a obra de arte. Os triângulos formam losangos e hexágonos que se deslocam pela superfície plana e formam a figura maior caracterizado os movimentos de rotação, reflexão e translação.

Figura 8 – Introdução do estudo de Simetria no livro Projeto Araribá



Fonte: Gay (2014, p. 82-83)

No livro Convergências, Matemática (7º Ano) o tópico "Simetria: reflexão, rotação e translação" é introduzido pelo autor com um texto onde ele fala do interesse da humanidade, desde tempos remotos, "por objetos, construções e elementos da natureza que apresentam pa-

6 Artista gráfico holandês, conhecido pelos trabalhos em litogravuras que representavam várias perspectivas geradoras de ilusões de ótica no receptor. Fonte: https://www.ebiografia.com/m_c_escher/. Acesso em 05/05/2017.

drões simétricos". Ele traz uma fotografia de uma pintura dos índios *Kayapó* do Pará e outra da fachada de um prédio antigo, da cidade de São Luiz do Maranhão, recoberta por azulejos decorativos, conforme a figura 9 (CHAVANTE, 2015b, p. 182).

Figura 9 – Introdução à Simetria no Livro do 7º ano, Convergências

Fonte: Chavante (2015, p. 182-183)

Como pode ser visto na figura 9, a borda inferior das duas páginas do livro, onde o autor introduz a Simetria, traz uma faixa decorativa desses azulejos. Dessa faixa o autor destaca um dos azulejos, traça o seu eixo de Simetria e conclui que se trata da Simetria de reflexão ou axial, mostra que a rotação desse azulejo em torno de um dado ponto O origina uma parte da faixa, definindo Simetria de rotação. Define Simetria de translação por meio do deslocamento desse mesmo azulejo sobre a superfície. Nesses dois últimos casos de Simetria o autor evidencia que se trata de transformações onde a forma e o tamanho da figura são mantidos.

Sobre as relações didática entre artefatos socioculturais, livro didático e casos de simetria dos anos finais do Ensino Fundamental, concluiu-se que nenhum dos livros estudados mobiliza os artefatos socioculturais nas atividades de ensino propostas, o que mostra um descompasso entre a forma como a Simetria foi introduzida, definida e como está sendo cobrado do aluno nas atividades. Isso pode ser desfavorável à formação da ideia de Simetria pelo aluno.

Portanto, as relações conceituais entre artefatos socioculturais e os casos de simetria foram estabelecidas em, somente, dois livros didáticos (dentre 11 que tratam de simetria). Já no que tange as relações didáticas, pretendidas, nenhum dos livros mobilizou os artefatos socioculturais nas atividades de ensino propostas. Esses resultados, apontam para a necessidade de o professor trabalhar de forma a complementar o livro didático que é utilizado em grande parte das escolas do Brasil. Mas como o professor poderá complementar o livro didático segundo as relações conceituais e didáticas propostas? Nas considerações que elaborei apresento um passibilidade de resposta à questão.

5. Considerações Finais

As relações conceituais foram estabelecidas por meio do tratamento de imagens dos artefatos socioculturais a da sua conexão com os casos de simetrias do Ensino Fundamental, pois as imagens dos artefatos selecionadas possuem em sua estrutura gráfica padrões geométricos cujo movimento remete aos movimentos que originam as simetrias de reflexão, rotação, translação e reflexão deslizante que fazem parte do currículo de matemática do nível de ensino em foco.

No entanto, as relações conceituais estabelecidas no estudo das imagens que encontram fundamentação teórica em alguns autores e nos documentos oficiais sobre ensino de simetria, não são observadas nos livros didáticos adotados nas redes de Ensino Fundamental uma vez que, dentre os livros estudados, as relações conceituas entre os artefatos utilizados e os casos de simetria forma superficiais na maioria dos livros.

Diante do exposto concluímos que, no que tange à abordagem de simetria, há a necessidade de adequação dos livros didáticos de matemática dos anos finais do ensino fundamental, tanto na organização dos casos de simetria quanto nos elementos a serem utilizados para o seu estudo. É preciso que os livros didáticos façam uso dos artefatos culturais para introduzir a Simetria e nas atividades propostas, mostrando de forma mais clara como esses artefatos se conectam a cada caso de simetria.

Nossa proposta ao professor de matemática do ensino fundamental é que este sempre trabalhe numa perspectiva, de complementação do livro didático, pois, não deve se limitar ao que o livro traz. O professor pode inserir no seu plano de aula o estudo de Simetria e o fazer a partir de artefatos culturais, tenda como princípios norteadores a investigação e a problematização. A investigação como um princípio educativo que irá guiar as ações pedagógicas e as ações dos estudantes ao realizarem alguma atividade e a problematização dos artefatos socioculturais, por meio de suas imagens, como meio de os relacionar aos casos de simetria dos anos finais do Ensino Fundamental e ao seu ensino (MENDES, 2009; MIGUEL e MENDES, 2010).

As ações pedagógicas do professor poderão seguir as seguintes etapas:

a) Investigação sobre o tema;

O professor pode, inicialmente, fazer uma investigação sobre o ensino de matemática a partir de artefatos socioculturais para reunir elementos que possam lhe ajudar a formular a atividade[7] e lhe dar embasamento empírico e teórico-metodológico para tal. Nessa investigação, além de textos sobre o tema, ele pode reunir várias fotografias (inclusive feitas por ele em sua cidade) que remetam aos casos de simetria estudados. A investigação pode ser feita na internet ou em bibliotecas de Universidades, por exemplo.

b) Planejamento e elaboração da atividade;

O planejamento da atividade é fundamental para que tenha o máximo de aproveitamento possível. Deve envolver a formulação de um título e um objetivo, procedimentos metodológicos contendo todas as etapas da atividade, o material necessário, os custos (se houver), as pessoas envolvidas, a forma de avaliação e outros elementos que o professor julgar necessário.

A partir do estudo feito neste trabalho, nossa proposta de complementação do livro didático poderá conter os seguintes procedimentos metodológicos:

- Formação de grupos para feitura da atividade compostas de 4 ou 5 estudantes;
- Distribuição das imagens dos artefatos impressas para os grupos. Inicialmente duas imagens são suficientes;

7 Estamos chamando de atividade, qualquer ação do professor que tenha como foco o ensino. Pode ser uma aula somente ou uma atividade mais ampla, como uma pesquisa, que envolva algumas aulas.

• Problematização das imagens pelo professor. O professor deve lanças várias questões aos estudantes para que estes comecem a perceber padrões de repetição nas imagens dos artefatos. Algumas dessas questões podem ser: Observe a imagem, você consegue perceber alguma repetição nela? Descreva qual! Identifique, marcando na imagem, um elemento que seja a base para essa repetição! Esse elemento está se repetindo de forma organizada? Existe uma regularidade? Descreva como o elemento se organiza para compor o ornamento da imagem![8] ;

• Apresentação do conteúdo de simetria pelo professor a partir das relações conceituais estabelecidas neste trabalho. O professor pode apresentar as simetrias de reflexão, rotação, translação e reflexão deslizante por meio das relações com os artefatos socioculturais;

• Atividade de pesquisa: Após os alunos terem contato com imagens que remetem a simetria e ter sido apresentadas as relações com o conteúdo, o professor poderá elaborar uma atividade de pesquisa que para que os alunos possam buscar na internet ou em sua cidade, imagens de artefatos que remetam aos casos de simetria estudados;

• Socialização: os estudantes irão apresentar as imagens que encontraram para os demais membros da turma, fazendo a relação de cada imagem com as simetrias nela visualizadas;

c) apresentação da atividade;

Prepare uma apresentação que diga de forma breve no que consiste a atividade e quais os procedimentos. Tem que ficar claro para os alunos o que eles vão precisar fazer para cumprir as exigências da atividade, para isso faça sua exposição e peça para os alunos tirarem suas dúvidas.

d) avaliação da atividade;

Avaliação: professor deve promover uma avaliação coletiva na qual os estudantes farão seus comentários sobre o que acharam da atividade e quais os seus aprendizados com o trabalho realizado. Poderá também elaborar um instrumento de avaliação a ser preenchido pelos estudantes individualmente;

e) Elaboração do relatório

O professor poderá fazer um relatório da atividade para que possa divulgar os resultados para a comunidade escolar e científica (se for sua intenção), por isso, o professor deve registrar em áudio, vídeo e escrita os momentos da realização da atividade, desde o planejamento até a sua conclusão. Entendo que é preciso que se faça a divulgação para valorizar o trabalho do professor e dos estudantes, pois muitas vezes atividades brilhantes são desenvolvidas e ficam restritas aos “muros da escola”.

Para concluir, esperamos que este pequeno texto, sobre simetria, possa ser formativo para professores, pesquisadores e educadores matemáticos em geral, que as ideias aqui presentes possam ser expandidas para outros conteúdos de matemática afim de estimular a prática de um ensino que promova o desenvolvimento social, cultural, político e intelectual dos estudantes.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Matemática** de 1ª a 4ª séries, PCN. 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Matemática** de 5ª a 8ª séries, PCN. 1998.

CHAVANTE, E. R. **Convergências: Matemática, 7º ano.** São Paulo: Edições SM, 2015.

D’AMBROSIO, U. **Educação matemática: da teoria à prática.** Campinas, SP: Papirurs, 1996. (Coleção Perspectivas em Educação Matemática)

FARIAS C. A.; MENDES, I. A. As culturas são as marcas das sociedades humanas. In: MEN-

8 Para ver a sequência completa de problematizações consulte Martins (2017) disponível em: http://ppgecm.propesp.ufpa.br/index.php/br/teses-e-dissertacoes/dissertacoes/220-dissertacoes-2017

DES, I. A.; FARIAS C. A. (org.). **Práticas socioculturais e educação matemática.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. (Coleção contextos da ciência). P 15 – 48.
GAY, M. R. G. (Ed.) **Projeto Araribá. Matemática 8º ano.** 4 ed. São Paulo: Moderna, 2014.
MARTINS, J. P. **Ensino de simetria por meio de problematização sociocultural.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Belém, 2017.
MENDES, I. A. Práticas culturais históricas e construção de significados nas aulas de matemática. In: FLORES, C. R.; CASSIANI S. (org.). **Tendências contemporâneas nas pesquisas em educação matemática e científica:** sobre linguagens e práticas culturais. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2013.
MENDES, I. A. Práticas sociais históricas no ensino de matemática. In: MENDES, I. A.; FARIAS C. A. (org.). **Práticas socioculturais e educação matemática.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. (Coleção contextos da ciência).
MIGUEL, A.; MENDES, I. A. Mobilizing histories in mathematics teacher education: memories, social practices, and discursive games. In: **ZDM Mathematics Education.** v. 42. p. 381 – 392, 2010.
MORIN, E. **Antropologia da liberdade.** Tradução Anthropologie de la Liberté, GRASCE Entre Systémique et Complexité, Chemin Faisant Mécanges [cf.] en l'Honneur du Professor Jean-Louis Le Moigne. Paris: Presses Universitaires de France, 1999, págs. 157-170.

Jeová Pereira Martins
PPGECM - Instituto de Educação matemática e Ciências – UFPA/Brasil
E-mail: jeovapereira80@outlook.com

Etnomatemática: cultura e cognição matemática

Ethnomathematics: Culture and Mathematical Cognition

Lucélida de Fátima Maia da Costa
Universidade do Estado do Amazonas (UEA) - AM/Brasil
Isabel Cristina Rodrigues de Lucena
Universidade Federal do Pará (UFPA) – PA/Brasil

RESUMO

A aprendizagem é um processo complexo, individual e coletivo, influenciado pelo contexto onde se efetiva. Nessa direção, discorremos sobre ações cognitivas mobilizadas em situações de aprendizagens aceitavelmente entendidas como manifestações etnomatemáticas para apresentar a etnomatemática como um processo educativo, cultural e de cognição matemática. Para tanto, revisitamos pesquisas realizadas em contextos culturais distintos, desenvolvidas no período de 2009 a 2018. Os resultados obtidos evidenciam que a aprendizagem de construção e confecção de objetos decorre de um movimento não linear e integrador entre diversos processos cognitivos como a percepção, a atenção, a memória e linguagem, todos, dispostos a responder a estímulos subjacentes a campos e domínios sociais, religiosos, afetivos, enfim, resolver problemas no contexto no qual os indivíduos estão inseridos.

Palavras-chave: Etnomatemática. Cognição. Aprendizagem. Cultura.

ABSTRACT

Learning is a complex, individual and collective process, influenced by the context where it is effective. In this direction, we discuss cognitive actions mobilized in situations of learning that are understandably understood as ethnomathematical manifestations to present ethnomathematics as a cultural educational process and mathematical cognition. In order to do so, we revise researches carried out in distinct cultural contexts, developed in the period from 2009 to 2018. The results obtained show that the learning of construction and making of objects results from a nonlinear and integrative movement between several cognitive processes. The processes are perception, attention, memory and language, all of them willing to respond to the stimuli underlying social, religious, and affective fields and domains, in short, to solve problems in the context in which individuals are inserted.

Keywords: Ethnomathematics. Cognition. Learning. Culture.

Introdução

A proposta deste texto é discutir os processos cognitivos mobilizados em situações de aprendizagens que são aceitavelmente entendidas como uma expressão etnomatemática. Tal intenção decorre do nosso entendimento de etnomatemática como um processo educativo cultural e de cognição matemática. Para tanto, tomamos como base a premissa de que o desenvolvimento da aprendizagem deriva de processos cognitivos como a atenção, a linguagem, a memória e a resolução de problemas como elementos básicos na construção do conhecimento sociocultural de um indivíduo e que essa derivação se expressa, se diferencia e fundamenta as práticas de distintos grupos culturais.

Os argumentos construídos em prol dessa premissa se originam de estudos realizados por Costa em sua tese de doutoramento defendida na Universidade Federal do Pará (2015), suas duas dissertações de mestrado defendidas, a primeira, na Universidade Nacional da Colômbia (2009) e, a segunda, na Universidade do Estado do Amazonas (2012), além da orientação de pesquisas em etnomatemática desenvolvidas no âmbito de trabalhos de conclusão de curso de Licenciatura e Especialização em Ensino de Matemática no período de 2012 a 2018. Particularizamos, nas discussões, a título de conhecimento, situações evidenciadas no desenvolvimento

da pesquisa realiza com mulheres da etnia Ticuna que confeccionam cestaria (COSTA, 2009). Os demais estudos que embasam nossa reflexão não aparecem de modo prioritário, mas foram fundamentais para compreendermos que, direta ou indiretamente, os processos cognitivos são ferramentas intelectuais que permitem a criação, o enfretamento e a resolução de situações-problema gênese de conhecimentos que são repassados de geração em geração em um contexto sociocultural específico.

Os procedimentos metodológicos dos estudos cujos dados alicerçam as discussões desse artigo, são do tipo qualitativo com aportes da metodologia de pesquisa etnográfica a qual permite a inserção do pesquisador na ambiência do fenômeno investigado para vivencia-lo, experiencia-lo e, posteriormente, realizar uma densa descrição com o objetivo de compreender as relações percebidas nesse contexto.

Decorrente de nossas reflexões, evidenciamos a linguagem, a memória e a resolução de problemas por serem os processos cognitivos constantes em todos os estudos realizados. Fato percebido quando nos detivemos, analisamos, refletimos e "revivemos" o desenvolvimento das atividades etnomatemáticas de cada pesquisa. Nesse ínterim, executamos um movimento mental e obviamente cognitivo que supôs uma dimensão temporal e, por vezes, um afastamento emocional para podermos ver além das aparências descritivas das atividades e realizarmos inferências sobre as aprendizagens percebidas.

Etnomatemática e seus processos cognitivos

Ao discutirmos cognição, ato de adquirir conhecimento, entendemos conhecimento em sua concepção complexa, de acordo com Almeida (2012, p. 91), como "o conjunto que abriga competência (aptidão para conhecer), atividade cognitiva (pensamento, percepção corpórea) e saberes construídos pelas sociedades humanas ao longo de sua trajetória como espécie", portanto, não podemos ignorar as particularidades culturais que influenciam os processos de aprendizagem estabelecidos a partir de leituras de mundo; mundo este nem sempre inserido na realidade social global que, geralmente, desconsidera as distintas realidades culturais, locais, como se estas não fossem partes do mundo em que vivemos.

Nesse contexto, evidenciamos a etnomatemática como resultado de um processo de educação enraizado culturalmente, ou seja, como uma "estratégia desenvolvida pelas sociedades para possibilitar, a cada indivíduo atingir seu potencial criativo e estimular e facilitar a ação comum, com vistas a viver em sociedade, exercitando a cidadania plena" (D'AMBROSIO, 2012, p. 55), a qual segue a mesma direção de pensamento de Freire (1996) e Morin (2011). Daí nosso entendimento de etnomatemática como um processo educativo, cognitivo, que se ocupa de solucionar situações-problema, validar, reconhecer e difundir conhecimentos construídos por pessoas de uma mesma cultura, o significado que dão às coisas do mundo e as relações que estabelecem com todos os ecossistemas.

A educação nessa perspectiva desenvolve um processo de ensino que se distancia daquele centrado no ensino de disciplinas e a aprendizagem resultante mobiliza "processos, estruturas, princípios e estratégias cognitivas para aprender de forma contínua e permanente". (FONSECA, 2001, p. 21). Essa forma de aprender é perceptível nas práticas, inclusive matemáticas, de grupos culturalmente identificáveis. Fazemos destaque às práticas matemáticas porque com o desenvolvimento das ciências cognitivas, há aproximadamente quatro décadas, se fortaleceu a compreensão de que a aprendizagem e as práticas matemáticas não são atividades puramente intelectuais, assépticas, estão carregadas de influências sociais e culturais, pois o ato de aprender é uma expressão do acoplamento estrutural, que mantém sempre uma compatibilidade entre o funcionamento do organismo e o meio em que ele ocorre (LAVE, 1988; COBB,

1994; MATURANA; VARELA, 2010).

As ciências cognitivas, que investigam as questões do conhecimento, questões epistemológicas, permitem pensar numa cognição que harmoniza a experiência resultante de ações sentidas e vividas pelo indivíduo com as decorrentes de processos mentais (KASTRUP, 2007), ou seja, um processo de aprendizagem que mobiliza diferentes processos cognitivos para ampliar a capacidade de aprender e não para a passiva acumulação de informações.

A cognição é o ato de construir conhecimento, de conhecer o mundo e "está enraizada na ação, na vida prática" (KASTRUP, 2007, p.152). Implica a mobilização de processos cognitivos como a atenção, a percepção, a memória, a reflexão, a emoção, o raciocínio e a linguagem. Tais processos configuram-se formas de o sujeito captar as informações do meio, processá-las e registrá-las de algum modo em sua mente (STERNBERG, 2010).

Atualmente, reconhecemos que a forma como as informações adquiridas pela percepção, atenção, memória e linguagem se acomodam na estrutura cognitiva do indivíduo se dá em contextos sociais e culturais que influenciam e determinam diferentes tipos de aprendizagens, inclusive a etnomatemática. Daí a importância de conhecermos os aspectos cognitivos mobilizados no contexto das atividades desenvolvidas por diferentes grupos culturais como indígenas, ribeirinhos, quilombolas, agricultores, marceneiros, pescadores, feirantes etc., pois suas práticas evidenciam uma aprendizagem contextual e um processo de transmissão de saberes, como os presentes no ato de confeccionar, plantar e colher, esculpir, pescar, construir, preparar alimentos, construir moradias, dentre tantos outros.

A forma como, os membros de um grupo cultural, se concentram, raciocinam, percebem, memorizam e comunicam, reflete aspectos cognitivos que devem ser compreendidos para serem considerados ao pensarmos o ensino, em especial da matemática, pois a compreensão de conceitos específicos não se dá isoladamente, mas numa interação entre sistemas que é viabilizada pela estrutura cognitiva de cada indivíduo. É a estrutura cognitiva que permite a mudança dos esquemas de pensamentos do plano concreto ao plano conceitual presente, como ocorre no processo de confecção dos trançados de paneiros, cestos, esteiras, tipiti, redes de pesca, construção de casas, de barcos, de grades.

Compreender esses esquemas de pensamento que permitem o ensino e a aprendizagem das técnicas empregadas em atividades socioculturais, permeadas de ideias matemáticas[1], como na confecção dos trançados ou na construção de uma canoa, de uma armadilha, de uma moradia, não é uma tarefa fácil, pois requer a identificação dos processos cognitivos mobilizados nessa atividade e a compreensão de como os sujeitos articulam as sensações e informações presentes no ambiente, assim como de sua percepção sobre os elementos envolvidos na confecção ou construção desses objetos, pois "a ação faz a cognição e a cognição faz a ação, ao mesmo tempo em que o cérebro contém as memórias modularizadas que espelham tais relações ocorridas num contexto sócio-histórico". (FONSECA, 2009, p. 26).

Nessa direção, a cultura forma uma cognição e a etnomatemática dá visibilidade à diversidade de educação cognitiva, pois evidencia, reconhece e aceita a pluralidade cultural das pessoas, permite e valoriza o manejo dos recursos (físicos e/ou mentais) de sua cultura e busca o entendimento de diversos tipos de linguagens como ponto de partida para uma educação diferente dos modelos de formação tradicionais que privilegiam o armazenado irrefletido das informações. Ou seja, atividades etnomatemáticas são desenvolvidas por meio do processamento de ações cognitivas próprias que se diferenciam em função do contexto cultural no qual

1 Entendemos ideias matemáticas como sendo "as habilidades de classificar, ordenar, inferir, generalizar, medir e avaliar" (D'AMBROSIO, 2013, p. 30), presentes quando um indivíduo coloca fatos, objetos, fenômenos, em uma mesma relação.

se inserem.

A linguagem

A linguagem é uma das maravilhas do mundo natural. É a capacidade que temos para nos comunicar de forma compreensível com nossos pares e demonstra uma característica natural da espécie humana (PINKER, 2002). É um tema extremamente complexo. Desperta interesse em várias áreas do conhecimento. Psicólogos, antropólogos, linguistas, cientistas cognitivos e fonoaudiólogos têm realizados distintas investigações e experimentos que têm gerado muito conhecimento, mas controversos resultados, principalmente entre naturalistas e cognitivistas.

Consensualmente podemos dizer que a linguagem está diretamente relacionada com a cognição. É um organizador do pensamento e é o meio que temos para expressar nossos pensamentos. A linguagem está na forma como o ser humano manifesta sua vontade, seus anseios, suas angústias, seu fazer e também sua forma de aprender seja em comunidades ribeirinhas, em uma aldeia indígena ou em uma metrópole.

No contexto de grupos culturalmente identificáveis, muitas atividades do convívio social se expressam segundo formas particulares e específicas de linguagem. Neste sentido, os cestos produzidos por mulheres ticunas, no extremo oeste do estado do Amazonas, as redes de pesca confeccionadas por pescadores em comunidades ribeirinhas do município de Parintins, os modos de medir e calcular de grupos de carpinteiros, as unidades de medidas utilizadas por feirantes no Mercado Ver-o-Peso, em Belém, podem ser representativos de uma forma de linguagem que se constitui expressão de pensamentos e se materializa não apenas por meio de palavras, mas também por meio de procedimentos e gestos indicativos de tempo, de espaço, de aceitação, negação, afeto, avaliação, quantificação.

As afirmações que fazemos se fundamentam nos estudos em neurociências expressos, por exemplo, em trabalho como os de Pinker (2002) e Chomsky (1998), sem deixar de considerar também as ideias sócio-interacionistas de Vygotsky (1995), não assumindo uma posição radical, mas admitindo sua influência.

O resultado do estudo desses teóricos indica que existe uma uniformidade na configuração da linguagem determinada pela estrutura cerebral que é um produto genético. Porém, para seu desenvolvimento são importantes as interações socioculturais mesmo que sua constituição seja determinada de forma neurobiológica (DAMÁSIO, 2010). Salvo as exceções, o ser humano nasce com o aparelho fonador predisposto para a manifestação da linguagem (a falada neste caso), mas a transmissão racional e intencional de seus pensamentos pode se manifestar através de distintas formas de linguagens em cada cultura.

A partir do surgimento das ciências cognitivas, o estudo da linguagem pode ser alavancado e permitiu a descoberta de fenômenos que viabilizaram o início da compreensão dessa característica humana que a diferencia dos outros animais. É certo que os outros animais também se comunicam, mas só o homem conseguiu um grau de evolução tão elevado no tangente à linguagem que os símbolos e a simbologia que a conformam permeiam o pensamento fazendo com que sejam capazes de informar e se informar através, principalmente, da fala e da escrita.

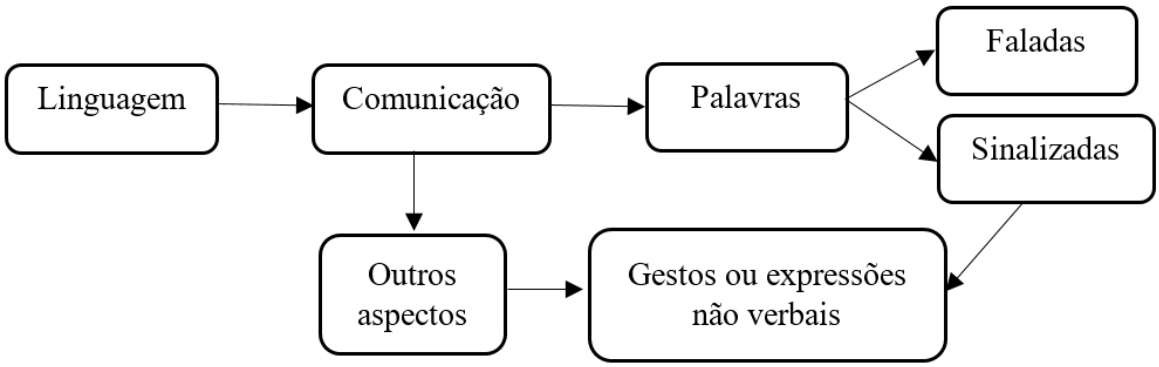
A linguagem é considerada um processo cognitivo superior vinculado diretamente ao pensamento e aos múltiplos contextos que formam o meio. Tem a função social de mediar à comunicação; é meio fundamental nas situações de ensino e de aprendizagem e é capaz de ativar a estrutura mental que gera o pensamento, ou seja, por meio da linguagem o sistema neural é ativado respondendo a estímulos do ambiente. (ÁLVAREZ; HERNÁNDEZ, 2006), (PINKER, 2002).

Dessa forma, a linguagem passa a desempenhar o duplo papel de internalizar e externalizar o pensamento, transforma-se em uma ponte que, ao mesmo tempo, liga e retroalimenta as funções comunicativa e cognitiva presentes nesses processos. Codifica e decodifica as informações do meio. Na internalização, a linguagem, é mecanismo acionador da estrutura cognitiva, e na externalização pode possibilitar, ou não, o desenvolvimento de pensamentos, de sujeitos que formam determinada sociedade, pois mesmo que a construção de conceitos não seja determinada pelas palavras, certamente o pensamento é afetado pela linguagem (PINKER, 2008).

Para Sternberg (2010, p. 303), "a linguagem é o uso de um meio organizado de combinação de palavras a fim de criar comunicação". Porém, esse autor, adverte que nem toda comunicação ocorre por meio da língua, pois a comunicação se caracteriza pela troca de pensamentos e sensações que pode ocorrer por meio das mais diversas formas criadas pelo homem para se fazer entender.

No âmbito de atividades compreendidas como etnomatemáticas, no convívio sociocultural das pessoas, como na confecção de paneiros, redes, bolsas e colares, por mulheres indígenas, a linguagem se apresenta de distintas maneiras na comunicação efetivada. Entre indígenas ticunas, por exemplo, é parte integrante do processo de aprendizagem que ocorre nesse contexto e quase sempre dispensa as palavras que são substituídas por gestos e olhares que indicam à aprendiz o caminho a seguir. No desenvolvimento de atividades de escultura, pintura e confecção de cestarias, a linguagem e a comunicação estão intimamente relacionadas e conformam um modo cultural de ensinar e aprender. Assim sendo, pode-se dizer que a relação linguagem – comunicação ocorre como no esquema abaixo, elaborado com base em Sternberg (2010).

Figura 01: Relação linguagem-comunicação



Fonte: Costa, 2012.

É importante considerarmos as implicações da linguagem para a aprendizagem, pois é por meio dela que se expressam os pensamentos e de acordo com D'Ambrosio (1998, p. 120), a aprendizagem não se reduz a simples demonstração do "domínio de técnicas, de habilidades, nem a memorização de algumas explicações teóricas. [...] é a capacidade de explicar, de apreender e compreender, de enfrentar, criticamente, situações novas", como as desenvolvidas pelos indígenas, ribeirinhos, quilombolas, toda vez que estabelecem relações de comércio, na hora de vender e adquirir produtos.

O momento da negociação e venda do peixe, dos artesanatos ou da farinha constitui-se um espaço de encontros culturais etnomatemáticos, pois, a forma de pensar matematicamente do indígena, por exemplo, do Ticuna, é singular e diferencia-se da forma de pensar matematicamente do homem branco, nesse momento estão presentes e atuantes diversas formas de linguagens que vão além dos códigos de verbalização da língua. Pode-se dizer que é um momento de encontro linguístico e de aprendizagens diversas.

> A linguagem se constitui quando se incorpora ao viver, como modo de viver, este fluir em coordenações de conduta de coordenações de conduta que surgem na convivência como resultado dela – quer dizer, quando as coordenações de conduta são consensuais. Toda interação implica num encontro estrutural entre os que interagem, e todo encontro estrutural resulta em um desencadilhamento ou num desencadeamento de mudanças estruturais entre os participantes do encontro. O resultado disto é que, cada vez que encontros recorrentes acontecem, ocorrem mudanças estruturais que seguem um curso contingente com o curso desses. Isto acontece conosco no viver cotidiano, de tal modo que, apesar de estarmos, como seres vivos, em contínua mudança estrutural espontânea e reativa, o curso de nossa mudança estrutural espontânea e reativa se faz de maneira contingente com a história de nossas interações (MATURANA, 2010, p. 60).

Por certo, os encontros culturais ocasionam momentos de negociação, mobilizam processos cognitivos como a memória, a atenção, a percepção e a resolução de problemas, processos cuja compreensão interessa a várias áreas do conhecimento como a Antropologia, a Sociologia, a Matemática, a Neurociências e à Educação, pois é fundamental para a própria evolução humana entendermos como o homem abstrai os fenômenos do mundo em que vive e os comunica por meio da linguagem.

Nas interações que ocorrem entre o indígena e o homem branco, o ribeirinho e o homem da cidade, a linguagem é o meio pelo qual se mostram as ideias, saberes, memória e evolução, formas de expressão presentes em produtos como a cestaria, o artesanato, as redes de pesca, as esculturas e nos códigos que direcionam a negociação e refletem processos de aprendizagens ricos em tradição e em ideias matemáticas.

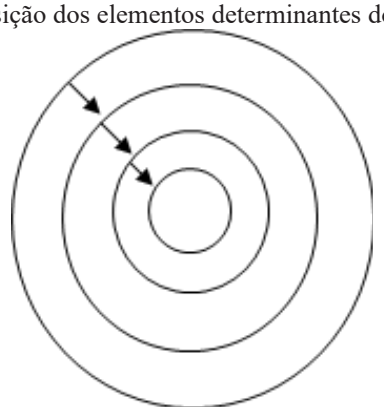
Memória e comportamento

A compreensão do comportamento humano, de modo geral, passa pelo entendimento dos vários processos integrativos entre mente, cérebro, corpo e contexto sendo o principal articulador das ações a mente, pois não se pode esquecer que existe um mundo coordenado pela mente no qual as ideias, sonhos, desejos, crenças e valores são gerados (MORIN, 2007).

> O mundo em que vivemos há muito tempo está cheio de lugares nos quais estão presentes imagens que têm a função de trazer alguma coisa à memória [...]. Nos lugares da vida cotidiana, inúmeras imagens nos convidam a comportamentos, nos sugerem coisas, nos exortam aos deveres, nos convidam a fazer, nos impõem proibições, nos solicitam de diversas maneiras (ROSSI, 2010, p. 23).

A disposição natural que temos para recordar, buscar informações na memória, acompanham a evolução do ser humano e, influenciada pelo contexto, constitui um mecanismo de aprendizagem e determinação de comportamento.

Figura 2: Disposição dos elementos determinantes do comportamento



Fonte: Costa, 2012

O entendimento dos processos integrativos nos permite falar da influência cultural sobre a aprendizagem. Ou seja, ações aparentemente triviais como manipular objetos com as mãos, selecionar e manusear alimentos, reagir diante do perigo, proteger os filhos, construir moradias etc.; são ações que, de acordo com Pinker (1998), indicam um roteiro de comportamento inscrito nos genes que mediam a interação com o mundo e, ao tempo que evoluem, retroalimentam o modo de ver e se perceber nesse mundo dando sentido e significado às aprendizagens mediadas por essas interações.

O cérebro é o cerne da aprendizagem. A mente é tudo o que o cérebro faz. É ela que media a interação entre corpo e contexto. Nessa direção, é a mente que dá sentido e atribui significado a todas as informações captadas do ambiente realizando uma organização dos constructos que permitem a representação do mundo, de um fenômeno ou de um dado objeto implicando na construção de conhecimento.

O ser humano se diferencia dos outros animais por sua capacidade mental de, a partir de diferenças minúsculas nos detalhes de suas conexões neurais, processar informações, programar comportamentos diferentes diante das variações ambientais e acumular aprendizagens. Nessa perspectiva, a análise do processo de confecção dos trançados de cestos e esteiras Ticuna, nos permite pensar que este seja um exemplo dessa disposição dos elementos que determinam o comportamento, representada na figura acima, uma vez que as ações são determinadas a partir da interação e integração de informações armazenadas na mente (memória das tecedoras) e da memória cultural que dita regras de comportamentos na aldeia.

As representações mentais das coisas percebidas e memorizadas sofrem influência do meio. A percepção do espaço e objetos precisa de contato sensorial com o próprio espaço. A representação espacial não. Na representação espacial os conteúdos do espaço são cognitivos; os conteúdos são símbolos num modelo mental que podem ser manipulados e transformados e dos quais inferências podem ser feitas. Assim sendo, no contexto da etnomatemática as percepções visuais, auditivas e espaciais decorrem também, dos significados construídos no convívio sociocultural, por exemplo, a maneira como um sujeito percebe que seu aprendiz cometeu um equívoco ao entrelaçar as fibras para confeccionar um paneiro, ou como um agricultor percebe que a “cova” não está com a profundidade adequada ao plantio da semente evidencia sua percepção visual e sua habilidade para inferir sobre as consequências do ato percebido.

> Em síntese, a cognição nem decorre de sistemas nativistas ou encapsulados (cognitivamente impenetráveis), nem de uma arquitetura pré-formista dos sistemas sociais. O desenvolvimento cognitivo decorre não só de sistemas pré-estruturas que se auto-organizam e constroem no indivíduo pela interação com o envolvimento, como de sistemas de

> mediatização interindividual que se coconstroem em contextos sócio-históricos. (FONSECA, 2009, p.27).

No contexto da etnomatemática temos que considerar o sujeito da aprendizagem como um ser complexo dotado de capacidades inatas e adquiridas, um ser social e histórico que cria e recria informações a partir da interpretação que faz delas influenciado pela vivência e memória social. Nessa direção, a memória é o elemento integrador de todos os outros processos cognitivos. Não é nem uma entidade singular nem um fenômeno que ocorre numa área específica do cérebro. Os diversos aspectos que envolvem a aprendizagem determinam a durabilidade ou fragilidade da memória (BRANSFORD; BROWN; COCKING, 2007).

Assim, podemos afirmar que a memória é o conjunto de processos pelos quais as informações adquiridas conservam-se ou reconstroem-se e se tornam disponíveis para utilização em momento adequado. Numa primeira aproximação podemos dizer que memória se processa através de imagens criadas a partir das percepções. Essas imagens, de acordo com Consenza e Guerra (2011) e Sternberg (2010), funcionam como uma extensão dos processos perceptivos quando o estímulo que os ativa é interrompido.

A memória integra e está envolvida em quase todos os demais processos cognitivos. A linguagem, o raciocínio, a classificação, a resolução de problemas, e a tomada de decisões necessitam recuperar informações armazenadas na memória para usá-las como parâmetros ou elementos determinantes de seus processos. No desenvolvimento de práticas culturais é a integração da memória individual com a memória coletiva que dita o ritmo e dá sentido ao processo.

Para Sternberg (2010), a memória não se compõe apenas de conteúdos da mente, mas engloba também, o processo para trazer as memórias à consciência. Kandel (2009) mostra que a memória não é um fenômeno isolado e possui níveis. Esse autor mostra a memória como processo no qual há interação e integração da nova informação, a ser codificada, com outras informações que a pessoa já conhece, a qual influencia a facilidade com que a nova informação vai ser armazenada e posteriormente recordada. Para Damásio (2010) a memória inteiramente fidedigna é um mito, apenas aplicável a objetos triviais. Ela sempre é afetada pelo preconceito, conceito prévio, história passada e crença, ou seja, é afetada pelo contexto cultural no qual o fato lembrado ganha vida.

O processo operacional da memória pode ser expresso em termos de três etapas sequenciais e integradas: a codificação que compreende a transformação dos dados sensoriais em representações mentais, o armazenamento que permite a manutenção das informações codificadas na memória e a recuperação que possibilita o acesso ou uso das informações armazenadas.

É importante distinguirmos dois tipos de memória: a memória explícita e a implícita. A primeira se apresenta de modo intencional, isto é, a recuperação do conhecimento adquirido (armazenado) ocorre de forma consciente. A segunda se manifesta sem esforço, de modo inconsciente, ou seja, às vezes o sujeito é levado a recordar, motivado, por exemplo, por um som ou um cheiro, de fatos que não tinha interesse em recordar no momento. (CONSENZA; GUERRA, 2011). A relevância da informação determina seu armazenamento ou seu descarte. O armazenamento é resultante dos processos da memória transitória ou operacional, a qual tem "a função não só de reter a informação, mas é capaz também de processar seu conteúdo modificando-o" (CONSENZA; GUERRA, 2011, p. 54). Essa memória pode, por meio da ativação de registros já armazenados no cérebro, prolongar a retenção de novas informações.

> A memória, inequivocamente uma função cerebral complexa e ainda um quebra-cabeça para as neurociências, encontra-se distribuída por várias partes do cérebro, envolvendo

> complicados códigos eletroquímicos (engramas), desencadeia um conjunto de mudanças nas estruturas neuronais, de árvores ou espinhas dentríticas às modificações que se operam no nível das sinapses, cuja proximidade evoca o surgimento de padrões de comunicação entre os neurônios. São essas ligações que espelham o processo cognitivo da memória e, consequentemente, da aprendizagem. [...] Quanto mais importante e significativa for a informação retida para uma pessoa, mais solidamente essa informação pode ser reutilizada. Nesse processo de retenção da informação, a profundidade da atividade cognitiva e do processamento posto em prática influencia obviamente a capacidade de recuperá-la e mobilizá-la. (FONSECA, 2009, p. 55-57).

Assim, no desenvolvimento de práticas etnomatemáticas que requerem o fazer e o refazer contínuo, como as regras de convivência, os processos de construção de utensílios domésticos, moradias e alimentos, a memória explícita é constantemente exercitada. Nessas práticas há sempre um movimento de recuperação de informação armazenada. O sujeito necessita refletir sobre o que vê, utiliza o pensamento que por sua vez depende, em parte da memória histórica cultural de referência grupal, mais do que isso, depende da percepção que tem da própria cultura e de seu modo de vida, referência com o qual se identifica, pois, essa referência é uma identidade social, de modo que, suas reflexões estão diretamente relacionadas às suas lembranças, pois ninguém pode refletir sobre o que não lembra (STERNBERG, 2010).

Contudo, não é apenas a interação entre processos cognitivos que determina as formas que se mostram e conformam o modo de vida dos indivíduos em grupos culturais específicos. Esse modo de vida implica um processo criativo influenciado e determinante de relações culturais estruturadas, também, a partir de processos não-cognitivos. Nas relações desenvolvidas entre as pessoas há o desencadeamento de distintas aprendizagens, as quais podem ser consideradas como referência para o processo de ensino e de aprendizagem formais, pois as estratégias de aprendizagens mais eficazes são as que consideram as formas como o cérebro aprende e isso, mesmo de forma inconsciente, é considerado nas estratégias de ensino culturalmente sistematizadas.

A reflexão sobre as possibilidades de aprendizagens etnomatemáticas a partir dos processos cognitivos, nos remete para além de conhecimentos matemáticos, evidencia a necessidade de valorização dos saberes culturais, de utilização de práticas não disciplinares, do diálogo entre os diferentes tipos de conhecimento, pois distintos grupos sociais desenvolvem distintas capacidades para explicar, conhecer e entender. (D'AMBROSIO, 2005).

> Essa capacidade se transmite e se acumula horizontalmente, no convívio com outros, contemporâneos, através de comunicações; e verticalmente, de cada indivíduo para si mesmo (memória) e de cada geração para as próximas gerações (memória histórica). Note-se que o que chamamos memória é da mesma natureza que os mecanismos de informação associados aos sentidos, à informação genética e aos mecanismos emocionais, e recuperam as experiências vividas por um indivíduo no passado. Portanto, todas se incorporam à realidade e informam esse indivíduo da mesma maneira que os demais fatos da realidade. (D'AMBROSIO, 2005, p.110).

No contexto das aprendizagens etnomatemáticas, é o diálogo que permite o "[...] encontro dos homens, mediatizados pelo mundo, para pronunciá-lo, não se esgotando, portanto, na relação eu-tu" (FREIRE, 2005, p. 90), é um diálogo que se processa não apenas com palavras, mas com expressões, gestos, silêncios, presenças e ausências, momentos vitais de partilha de conhecimento que ditam comportamentos e caracterizam determinados grupos culturais.

Nos tempos atuais, embora a proximidade com as cidades esteja implicando transfor-

mações culturais no cerne de muitos grupos tradicionais como indígenas e ribeirinhos, ainda se mantém viva a memória cultural que define padrões de comportamento como a divisão sexual do trabalho, por exemplo.

Entre os indígenas Ticuna e ribeirinhos amazônicos, a confecção de uma canoa é trabalho de homem e nele são mobilizados diversos processos cognitivos. Da escolha da madeira ao entalho final, o homem experiente e o jovem aprendiz mobilizam a observação, a atenção, a memória, a linguagem, a reflexão, a percepção, processos que os levam a elaborar pensamentos nos quais colocam os objetos em relação para perceber a madeira mais adequada, o maior comprimento que a canoa poderá atingir, o melhor lugar para proceder a um determinado corte etc., ou seja, o processo de construção de uma canoa é permeado e direcionado por uma cognição cultural, por pensamentos etnomatemáticos estruturados a partir de aprendizagens práticas.

Entre os indígenas Ticuna, no processo de construção de uma canoa, há a mobilização basicamente do conhecimento cultural, inclusive as unidades de medidas mais utilizadas são o palmo e os dedos, e, as decisões tomadas decorrem da percepção individual e da memória cultural coletiva. A aprendizagem etnomatemática desencadeada nessa atividade tem sua gênese nas relações que estabelecem a partir da experiência. “Consiste em experienciar o acordo entre aquilo que visa e aquilo que é dado, entre a intenção e a efetuação do gesto. Esse processo é feito pelo corpo como mediador do mundo” (BARRETO; ANASTACIO, 2010, p. 105).

Na confecção de cestos, redes, esteiras e paneiros, prática tradicional, geralmente, considerada trabalho de mulher, há a mobilização de processos cognitivos como a percepção, a linguagem e a memória que direcionam as ações de escolher a matéria prima adequada, de determinar o tamanho da tala a ser usada de acordo ao tamanho do fundo do cesto que se quer confeccionar, de estabelecer preço de acordo ao trabalho realizado e ao que se pretende comprar com o dinheiro obtido da venda. É um processo que requer e expressa um pensamento etnomatemático que ultrapassa a manipulação de quantidades e a realização de contagem, exige o estabelecimento de relações complexas; é um processo que segundo Gerdes (2011, p. 7), “tem um caráter fortemente artístico e matemático. Embora os aspetos matemáticos dessas atividades culturais tradicionais não, ou quase não, têm sido reconhecidos pela ‘Academia’, isto não os torna menos matemáticos”.

Dentre os utensílios produzidos e utilizados pelas mulheres ticunas merece destaque a confecção de vassouras e peneiras que possuem grande utilidade doméstica e permitem, durante sua confecção, a articulação entre cognição e motivação cultural, pois são implementos que caracterizam uma boa mulher, ou seja, toda boa Ticuna sabe fazer seus próprios utensílios, não precisa comprá-los.

As ticunas são muito criativas. Constantemente ficam imaginando trançados e tecidos mais bonitos e atrativos, buscam na memória padrões decorativos que viram em outros lugares, combinam e recombinam técnicas, inventam instrumentos e testam matéria prima. Nesse processo estabelecem relações entre objetos, fenômenos, produtos e sentidos, base de um pensamento etnomatemático.

Na produção da farinha, trabalho que envolve toda a família, os sujeitos de ambos os sexos dividem as tarefas executadas na atividade. Geralmente, as mulheres e crianças são encarregadas de descascar a macaxeira ou mandioca, os homens se encarregam do motor de ralar a macaxeira, do forno e de torrar a farinha. Nesse processo ocorrem aprendizagens culturais a partir de informações armazenadas na memória que informam o tempo certo da colheita, de deixar a macaxeira de molho, de determinar a temperatura do forno, a maneira de utilizar o tipiti, o modo adequado de mexer a massa para formar uma farinha de caroços uniformes.

As aprendizagens etnomatemáticas, em termos evolutivos, se processam de modo lento

e construtivo no qual os conhecimentos vão se integrando parcial e gradualmente até comporem a memória cultural grupal e se constituírem habilidade global.

Etnomatemática e resolução de problemas

Do ponto de vista cognitivista, a habilidade de resolver problemas é um dos processos cognitivos superiores e tem como ponto de partida a identificação de uma situação como problemática. A partir daí requer a definição, a representação e a compreensão dos elementos que determinam o problema para poder solucioná-lo. Porém é necessário que o problema esteja bem definido para que as estratégias formuladas tenham chance de solucioná-lo.

Segundo Sternberg (2010), a resolução de problemas requer o desenvolvimento de sete etapas: identificação do problema (análise e síntese dos elementos); definição do problema; elaboração de estratégias; organização das informações; alocação de recursos; monitoramento; e, avaliação. A passagem de uma etapa para outra se dá por meio de processamento das informações de modo integrativo e evolutivo e isso permite que possamos classificar os problemas em bem estruturados – possuem percursos claros e, mal estruturados – não possuem claridade na orientação dada. A depender do tipo de problema, sua solução demanda mais ou menos mobilização de diferentes processos cognitivos.

Numa perspectiva etnomatemática, o enfrentamento e a busca de solução para situações-problema acompanham o ser humano ao longo de sua existência e reflete características do contexto onde a situação problemática se insere. Isto por que, o modo como enfrentamos uma situação, escolhemos as ferramentas e elaboramos as estratégias em busca de uma solução expressa conhecimentos construídos no meio social e traz características culturais que podem influenciar nos significados que emergem do contexto no qual a situação se apresenta.

> A etnomatemática com suas dimensões e pressupostos nos permite reconhecer, valorizar e difundir a mobilização de ideias, por nós julgadas como matemáticas, identificadas em todas as formas de produção e transmissão de conhecimento ligado aos processos de contagem, medição, ordenação, inferência e modos de raciocinar presentes em diversas práticas culturais de distintos grupos sociais. Nesse contexto, tais processos se constituem elementos fundantes da resolução de problemas culturalmente postos. (COSTA; MAFRA; VERDIAL, 2015, p. 5).

A resolução de problemas, independente do contexto cultural, mobiliza e articula diferentes processos cognitivos. No âmbito da confecção de cestaria, por exemplo, a escassez de matéria prima se constitui uma situação-problema. Para enfrenta-la e solucioná-la, inicialmente, a tecedora mobiliza a atenção para perceber que para encontrar determinada fibra ou pigmento necessita, com o passar do tempo, andar distâncias cada vez maiores. Na elaboração de estratégias para solucionar tal situação, estabelece relações de tempo e produção, analisa todos os elementos disponíveis na situação para daí posicionar-se para o enfrentamento da situação; compara e experimenta texturas e cores de fibras diferentes até encontrar uma que se adeque às necessidades presentes na confecção de um determinado produto.

Nesse processo, a indução e a analogia direcionam todo o percurso de resolução da situação-problema e evidenciam uma aprendizagem matemática nos moldes propostos por Schoenfeld (1992), quando procuram soluções e não apenas a memorização dos procedimentos, quando exploram padrões em vez de memorizar fórmulas, quando formulam conjecturas em vez de fazer apenas exercícios.

Quando finalmente encontram uma matéria prima que, aparentemente, sirva aos seus interesses a ticuna submete-a ao processo de confecção e concomitantemente realiza uma ava-

liação do comportamento da matéria prima em uso. Para tanto, mobiliza a atenção, a percepção e a memória. Se a nova matéria prima permitir a confecção de um cesto com as mesmas características e qualidade dos tradicionalmente confeccionados com a matéria em escassez se tornará então, a solução para aquela situação-problema e por meio da linguagem será comunicado ao grupo cultural um novo saber.

Do mesmo modo, quando está aprendendo a confeccionar os cestos ou as esteiras, a ticuna aprendiz é levada a mobilizar distintos processos cognitivos para compreender uma situação, no caso uma etapa do trançado, pois a tecedora mais experiente não lhe dita os passos a serem dados nessa aprendizagem, é a aprendiz que tem que reconhecer todos os elementos necessários à compreensão do problema posto, como por exemplo, fazer a emenda de uma fibra ou fazer um trançado plano criar corpo e transformar-se num trançado espacial. Após a compreensão do problema, ela elabora mentalmente suas estratégias, executa-as tantas vezes sejam necessárias até encontrar a solução almejada, ou seja, até conseguir realizar o procedimento adequado para a confecção daquele objeto (COSTA, 2009).

No trabalho de ceramistas, marceneiros, artesãos, é comum encontramos ferramentas como os gabaritos confeccionados por serralheiros e as agulhas confeccionadas por tecedores de redes de pesca. Essas ferramentas são elaboradas pelos trabalhadores para suprir determinadas necessidades e se constituem instrumentos para solucionar um problema prático de medição, de contagem ou de construção.

Cada indivíduo tem formas peculiares de resolver problemas e criar projetos socialmente úteis, o que para Gardner (1995), são formas distintas de inteligências. Em contextos indígena e ribeirinhos é muito presente a habilidade de localização, além da imaginação, criação e representação de imagens, fatores que influenciam diretamente na elaboração de suas estratégias para resolver problemas diversos (COSTA, 2012).

> A teoria das Inteligências Múltipla esclarece o fato de que seres humanos existem em múltiplos contextos, e que estes contextos simultaneamente requerem e estimulam diferentes arranjos e grupos de inteligência [...]. Nós precisamos compreender esses contextos – que valores eles representam, que sinais eles transmitem, como interagem com, e modelam, as inclinações dos jovens indivíduos criados em seu meio. (GARDNER, 1995, p.213-214).

É necessário compreendermos o modo de pensar, de colocar as coisas em relação, dos indivíduos em contextos culturais diversos, pois, de acordo com Fonseca (2009, p. 65), "aprender envolve a simultaneidade da integridade neurobiológica e a presença de um contexto social facilitador", que no caso dos indígenas, ribeirinhos, agricultores, marceneiros, carpinteiros, escultores etc., poderia ser a manifestação da mobilização dos processos cognitivos presentes na confecção de seus produtos.

No Brasil são crescentes e diversificados os interesses quanto às questões de aprendizagens culturais, inclusive no âmbito educacional formalizado como a escola. Mas, ainda são incipientes as ações educativas que respeitam os valores e significados das culturas minoritárias. É necessário compreendermos como as pessoas aprendem para podermos pensar em configurações adequadas de ensino.

Considerações finais

É inegável a complexidade e a sedução envoltas nos estudos sobre a compreensão das formas de pensar, de aprender e de ensinar. Inegável também é a necessidade desses estudos, principalmente, quando temos a convicção de que em determinados contextos a aprendizagem

não pode ocorrer desvinculada dos valores e significados culturalmente estabelecidos. Por isso, enfatizamos que todo estudo etnomatemático é um estudo sobre cognição, um estudo sobre como a aprendizagem e o conhecimento, particularmente matemático, se estruturam e nos permitem pensar na construção de uma ponte cujos pilares estão sustentados na compreensão dos processos cognitivos mobilizados em distintas atividades práticas.

Ainda que a construção do conhecimento individual se dê pela mobilização particularizada de processos cognitivos como a atenção, a percepção, a memória, a reflexão, a linguagem, sua validação se dá sempre via de regras de significação culturais, pois todo conhecimento só é considerado válido quando é aceito por uma comunidade que compartilha interesses, enfrenta problemas semelhantes, reconhece a elaboração de estratégias e organiza a confecção de ferramentas epistemológicas, seja essa comunidade um grupo de mulheres indígenas ou um grupo físicos nucleares.

Nessa direção, inferimos que a aprendizagem decorrente de atividades etnomatemáticas ocorre a partir de um movimento não linear e integrador entre diversos processos cognitivos como a percepção, a atenção, a memória, a consciência, a linguagem e o raciocínio, todos, dispostos a responder a estímulos subjacentes a campos e domínios sociais, religiosos, afetivos, enfim, dispostos a resolver problemas no contexto no qual estamos inseridos.

No entrelaçado de atividades mentais envolvidas na transformação de estímulos do meio em representações da realidade, como no contexto da confecção de cestarias indígenas, na confecção de grades, na confecção de redes de pesca etc, ocorre a aprendizagem capaz de guiar nosso comportamento, modificar e ampliar nossa estrutura cognitiva, pois ainda que o processamento dos estímulos/informações se realize no nível mental não podemos esquecer que nossa humanidade encerra uma relação complexa e dialética entre nossa condição biológica e psicológica mediada por nossas interações socioculturais.

No Brasil, não são poucos os estudos sobre atividades etnomatemáticas inseridas no âmbito da construção, da confecção de artesanatos, das manifestações gráficas indígenas, das danças etc. Tais estudos, geralmente, enfatizam os aspectos estéticos e mitológicos presentes nessas manifestações. Mas, quanto ao entendimento dos processos biológicos, sociais e culturais desencadeadores da aprendizagem ainda não sabemos quase nada.

Temos o interesse constante de compreender os processos cognitivos mobilizados em atividades etnomatemáticas para entendermos como se dá a aprendizagem em contextos plurais, para pensarmos a criação de estratégias pedagógicas programadas de acordo a uma visão mais real e atualizada dos processos de aprendizagens de acordo com a forma de viver, ensinar e aprender de distintos povos, uma posição pautada na concepção de que as pessoas aprendem de maneira diferente e precisam ser consideradas nas suas diferenças.

Assim sendo, a etnomatemática não se restringe às práticas de distintos povos, vai além dos aspectos culturais que dão sentido e significância ao fazer, se constitui uma vitrine cultural para a construção do conhecimento, particularmente, matemático, pois a cultura forma uma cognição.

Referências

ALMEIDA, Maria da Conceição de. **Ciências da Complexidade e Educação**: razão apaixonada e politização do pensamento. Natal-RN: EDUFRN, 2012.

ÁLVAREZ, M. A.; HERNÁNDEZ, M. M. El lenguaje natural en el aula de matemáticas. In: MORA. D.; GÓMEZ, W.S. (Orgs.). **Lenguaje, Comunicación y Significado en Educación Matemática**. La Paz-Bolivia: Editorial Campo Iris, 2006. p.159-186.

BARRETO, M. de F. T.; ANASTACIO, M. Q. A. A compreensão de números apresentada por

crianças: multiplicação. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). **Filosofia da Educação Matemática:** Fenomenologia, concepções, possibilidades didático-pedagógicas. São Paulo: Editora UNESP, 2010. p. 101-127.
BRANSFORD, J. D.; BROWN, A. L.; COCKING, R. R. (Orgs). **Como as pessoas aprendem:** cérebro, mente, experiência e escola. Tradução de Carlos David Szlak. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007.
CHOMSKY, N. **Linguagem e mente**: pensamentos atuais sobre antigos problemas. Tradução de Lúcia Lobato. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998.
COBB, P. Where is the mind? Constructivist and sociocultural perspectives on mathematical development. **Educational Researcher**, v.23, n° 7, p. 13-20, 1994.
CONSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação**: como o cérebro aprende. Porto Alegre: Artmed, 2011.
COSTA, L. F. M. da. **Los tejidos y las tramas matemáticas. El tejido ticuna como soporte para la enseñanza de las matemáticas.** Dissertação (Mestrado em Estudos Amazônicos). Universidade Nacional de Colômbia – Sede Amazônia, 2009.
COSTA, L. F. M da. **A Etnomatemática na educação do campo, em contextos indígena e ribeirinho, seus processos cognitivos e implicações à formação de professores.** Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências na Amazônia). Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, 2012.
COSTA, L. F. M. da; MAFRA, J. R.; VERDIAL, L. Resolver problemas: uma aprendizagem cultural. In: XV CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – CIAEM, 15, 2015, Tuxtla Gutierrez - Mexico. **Anais..**. Tuxtla Gutierrez – Mexico, 2015, p. 1-9.
DAMÁSIO, A. **O Livro da Consciência. Lisboa**: Bloco Gráfico Ltda, 2010.
D'AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática:** Arte ou técnica de explicar ou conhecer. São Paulo: Ática, 1998.
D'AMBRÓSIO, U. Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. **Revista Educação e Pesquisa.** São Paulo, v. 31, n. 1, p. 99-120, jan./abr. 2005.
D'AMBROSIO. U. Do Saber Matemático ao Fazer Pedagógico: o desafio da educação. **Revista Educação Matemática em Foco**, v. 1, nº 1. jan/jun, 2012. Campina Grande: EDUEPB, 2012. p. 53-63.
D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática:** elo entre as tradições e a modernidade. Coleção tendências matemáticas. Belo Horizonte: Autêntica editora, 2013.
FONSECA, V. da. **Aprender e reaprender:** educabilidade cognitiva no século 21. São Paulo: Editora Salesiana, 2001.
FONSECA, V. da. **Modificabilidade cognitiva**: abordagem neuropsicológica da aprendizagem humana. São Paulo: Editora Salesiana, 2009.
FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.
GARDNER, H. **Inteligência Múltiplas**: A Teoria na Prática. Porto Alegre: Artmed, 1995.
GERDES, P. **Mulheres, Cultura e Geometria na África Austral**: Sugestões para Pesquisa. Estados Unidos da América: Lulu, Morrisville, NC 27560, EUA & Londres, GB, 2011.
KANDEL, E. R. **Em busca da memória:** o nascimento de uma nova ciência da mente. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.
KASTRUP, V. **A invenção de si e do mundo**: uma introdução do tempo e do coletivo no estudo da cognição. São Paulo: Autêntica, 2007.
LAVE, J. **Cognition in Practice:** Mind, Mathematics and Culture in Everyday Life. Cambrid-

ge: Cambridge University Press, 1988.
MATURANA, H. R.; VARELA, F. J. **A árvore do conhecimento:** as bases biológicas da compreensão humana. São Paulo: Palas Athena, 2010.
MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo.** Porto Alegre: Sulina, 2007.
MORIN, E. Notas para um Emílio contemporâneo. In: PENA-VEJA, A.; ALMEIDA, C. R. S.; PETRAGLIA, I. (Orgs). **Edgar Morin**: ética, cultura e educação. São Paulo: Cortez, 2011. p. 149-156.
PINKER, S. **Como a mente funciona.** São Paulo: Companhia das Letras, 1998.
PINKER, S. **O Instinto da Linguagem:** como a mente cria a linguagem. São Paulo: Editora Martins Fontes. 2002.
PINKER, S. **Do que é feito o pensamento:** a língua como janela para a natureza humana. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.
ROSSI, P. **O passado, a memória, o esquecimento:** seis ensaios de história das ideias. São Paulo: UNESP, 2010.
SCHOENFELD, A. H. Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. In: GROUWS, D. (Ed.). **Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning.** New York: MacMillan, 1992. p. 334-370.
STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva.** São Paulo: Cengage Learning, 2010.

Lucélida de Fátima Maia da Costa
Universidade do Estado do Amazonas-UEA/Centro de Estudos Superiores de Parintins-CESP
E-mail: ldfmaiadc@gmail.com

Isabel Cristina Rodrigues de Lucena
Universidade Federal do Pará-UFPA
E-mail: Ilucena19@gmail.com

Modelos matemáticos em práticas de produtores de leite bovino

Mathematical models in practices of bovine milk producers

Lucas Silva Pires
PPGECM - Universidade Federal do Pará (UFPA) - Brasil

RESUMO

O objetivo deste artigo consiste em contribuir no ensino de função do primeiro grau a partir de práticas com a produção de leite bovino para o ensino de Matemática nas escolas do campo utilizando a Modelagem Matemática como estratégia de ensino. Trata-se de narrativas com sujeitos que exercem práticas socioculturais em espaços rurais. Faz um estudo sobre algumas inferências da Modelagem Matemática e o uso dela como estratégia de ensino-aprendizagem no contexto escolar e da Educação do Campo. Sugere a proposição de problemas envolvendo Função do 1º Grau que busca resultado e contribuição para o fortalecimento das práticas pedagógicas de professores das escolas do campo. Os resultados indicam que é possível dar importância aos saberes matemáticos oriundos do campo através de pesquisas sobre narrativas de produtores de leite para o desenvolvimento do ensino de Matemática nas escolas campesinas através da Modelagem Matemática.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Narrativas. Práticas socioculturais. Função do 1º Grau. Educação do Campo.

ABSTRACT

The objective of this article is to contribute to the teaching of first grade function from practices with the production of bovine milk for the teaching of Mathematics in the rural schools using Mathematical Modeling as a teaching strategy. These are narratives with subjects that exercise socio-cultural practices in rural spaces. It makes a study about some inferences of the Mathematical Modeling and the use of it as strategy of teaching-learning in the school context and of the Education of the Field. Suggests the proposition of problems involving 1st Grade Function that seeks result and contribution to the strengthening of the pedagogical practices of teachers of the rural schools. The results indicate that it is possible to give importance to mathematical knowledge from the field through research on narratives of milk producers for the development of mathematics teaching in rural schools through Mathematical Modeling.

Keywords: Mathematical Modeling. Narratives. Sociocultural practices. Function of 1st Degree. Field Education.

Considerações Iniciais

Atualmente, o ensino de matemática nas escolas do campo passa por muitas interrogações. Pesquisadores da área educacional, alunos nos mais diferentes níveis de ensino e educadores tem questionado as maneiras utilizadas para o ensino e aprendizagem de matemática. Diante das inúmeras indagações frente ao ensino na atual conjuntura educacional, há uma certa urgência em rever os conceitos de ensinar matemática nas escolas campesinas.

A Educação Matemática tem se colocado como uma grande área da educação que vem se ocupando em entender os processos de ensino e aprendizagem de objetos que envolvem o conhecimento matemático nos diversos meios e contextos. Dentre as diversificadas organizações de ensinar matemática temos a Modelagem Matemática caracterizada como uma Tendência da Educação Matemática que tem como utilização de ensino e aprendizagem as experiências e vivências das comunidades camponesas com práticas peculiares para o desenvolvimento de atividades baseada em sua realidade. Tal realidade motiva-nos colocar em ação propostas de ensino que tangencie ao modelo matemático.

Dessa forma, admitimos o comentário de Bassanezi (2002, p, 31) ao dizer que a modelagem matemática permite fazer previsões, tomar decisões, explicar e entender; enfim, participar do mundo real, com capacidade de influenciar em suas mudanças.

Os métodos tradicionais de ensino nas escolas do campo não têm influenciado de forma significativa nas mudanças e na aprendizagem dos educandos. Diante de tal realidade que se repercute nos seios dessas escolas do campo, professores são instigados a pensarem reflexivamente sobre suas práticas de ensino para fazerem uso de práticas pedagógicas com pesquisas e atividades contextualizadas para o melhoramento no ensino-aprendizagem na busca pelo rompimento do ensino tradicional.

Nesse sentido, é imprescindível a utilização de práticas voltada a realidade do campo. A modelagem Matemática tangencia a essas perspectivas buscando a aplicação de questões produzidas a partir da realidade peculiar de sujeitos do campo de acordo com a necessidade de aprendizagem de cada educando.

Afirma Martins e Mendes (2009, p. 1) que "Os modelos matemáticos são vistos como formas de estudar e formalizar fenômenos do dia-a-dia, a fim de que o aluno se torne mais consciente da utilidade de matemática para resolver questões e analisar problemas do cotidiano".

O uso de práticas pedagógicas do cotidiano como ferramenta de ensino implica dar significado no melhoramento e rendimento dos educadores existentes nas escolas do campo e entende a escola como um local de construção do conhecimento e de socialização, troca de experiências, rompendo com o modelo clássico de ensinar matemáticas propondo novos processos de situações de aprendizagem.

D'Ambrósio (1998), ao escrever sobre processos e situações de aprendizagem destaca a capacidade de explicar, de aprender e compreender, de enfrentar criticamente, situações novas, constituintes de elementos da aprendizagem por excelência. Depreende-se por esse ponto de vista, que aprender não é a simples aquisição de técnicas e habilidades e nem a memorização de algumas explicações e teorias. Todavia, aprendizagem deve estar embasada em um processo contínuo de reflexão-ação-reflexão.

Por esse motivo a Modelagem Matemática pode ser caracterizada como um mecanismo que permite pensar um modelo de ensino que valorize as práticas culturais dos sujeitos do campo.

Sobre a Modelagem Matemática

A Modelagem Matemática leva ao encontro de diversas situações reais para resolver problemas práticos utilizando ferramentas matemáticas. Por considerar a eficácia da modelagem é imprescindível o uso dessa estratégia de ensino no contexto escolar. Mas o que é Modelagem Matemática?

Segundo Bassanezi (2004),

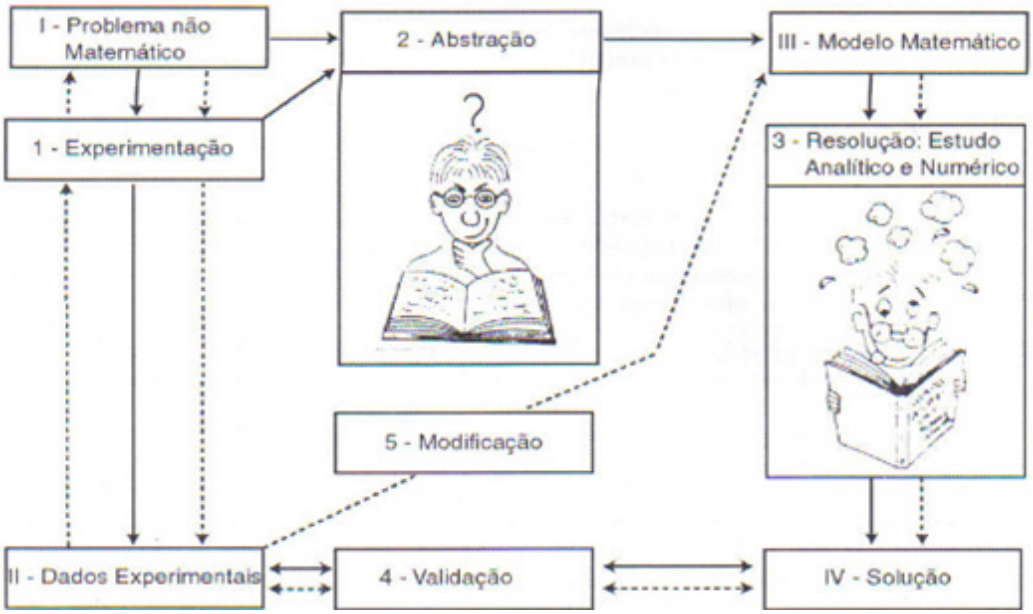
> Modelagem Matemática é um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual (BASSANEZI, 2004, p. 24).

Bassanezi defende que a "Modelagem é eficiente a partir do momento que nos conscientizamos de estarmos sempre trabalhando com aproximações da realidade, ou seja, de estarmos sempre elaborando estratégias de ensino sobre representações de um sistema ou parte dele".

(2004:24)

Para Bassanezi (2004), a Modelagem Matemática de uma situação problema real deve seguir uma sequência de etapas, de maneira simples visualizadas e discriminadas na figura.

Figura 1: (BASSANEZI , 2000, p.27)



Fonte: htt:/www.PO02111714410T.br

Bassanezi (2004) reitera a *Experimentação*, no qual é uma atividade essencialmente laboratorial onde se processa a obtenção de dados. Já a *Abstração*, é o procedimento que deve levar à formulação dos Modelos Matemáticos.

Para Bassanezi (2004) a *Resolução*, é modelo matemático obtido quando se substitui a linguagem natural das hipóteses por uma linguagem matemática coerente – é como num dicionário, a linguagem matemática admite "sinônimos" que traduzem os diferentes graus de sofisticação da linguagem natural.

Bassanezi (2004) admite que, Validação, é o processo de aceitação ou não do modelo proposto. Nesta etapa, os modelos, juntamente com as hipóteses que lhes são atribuídas, devem ser testados em confronto com os dados empíricos, comparando suas soluções e previsões com os valores obtidos no sistema real. O grau de aproximação desejado destas previsões será o fator preponderante para validação.

Bassanezi (2004) advoga que a *Modificação*, são alguns fatores ligados ao problema original no qual podem provocar a rejeição ou aceitação dos modelos. Quando os modelos são obtidos considerando simplificações e idealizações da realidade, suas soluções geralmente não conduzem às previsões corretas e definitivas, pois o aprofundamento da teoria implica na reformulação dos modelos. Nenhum modelo deve ser considerado definitivo, podendo sempre ser melhorado, poder-se-ia dizer que um bom modelo é aquele que propicia a formulação de novos modelos, sendo esta reformulação dos modelos uma das partes fundamentais do processo de modelagem.

O educador entendendo estes fatores cruciais para que ocorra o modelo matemático, estará contribuindo para a utilização de um modelo no ensino, pois, ela permite elucidar o intercâmbio de ensino entre outras áreas do conhecimento, promovendo que se visibilize o en-

tendimento sobre a importância da interdisciplinaridade em sala de aula.

Por outro lado, a Modelagem Matemática quebra paradigmas entre a lógica imposta pelo sistema de ensino por considerar que o aluno toma consciência crítica na interpretação de problemas de sua realidade através do diálogo, da discussão, permitindo a formação de cidadãos críticos, interativos, dinâmicos, emancipatórios, participativos, instigadores atuando como cidadão na sociedade atual que valoriza as diversidades e que sobretudo, entende que a sociedade não e singularizada mas, dinâmica e interativa.

O atual papel da educação matemática é formar cidadãos aptos para o convívio em sociedade, respeitando as diferenças, agindo de forma crítica e reflexiva diante das situações cotidianas. Através do uso da modelagem matemática na sala de aula podemos trabalhar a interdisciplinaridade, a transversalidade, mostrando ao aluno como a matemática pode ser útil em sua vida fora do ambiente escolar e como ela interage com as demais áreas do conhecimento. O aluno passa a perceber a importância da matemática para a compreensão de fenômenos naturais, como é possível "prever" alguns acontecimentos utilizando fórmulas e modelos e isso acaba despertando seu interesse pela ciência.

Dessa forma, as práticas socioculturais sendo trabalhadas por meio de um modelo matemático certamente é uma estratégia de ensino advinda do modo peculiar dos povos que exercem práticas em comunidades no mundo real. As experiências e práticas emite de forma intensa mecanismos para trabalhar a modelagem matemática. O educador deve repensar suas práticas e ações pedagógicas no sentido de contribuir com uma educação dialogante com a realidade dos sujeitos camponeses. Para a geração de um modelo matemático é preciso ser emergido da ação pedagógica do educador em trabalhar o cotidiano do sujeito demostrando aos educandos o quanto a utilização dessa ferramenta de ensino é útil para sua realidade.

Sobre Educação do Campo e Modelagem Matemática

O movimento da Educação do Campo apresenta uma nova proposta para o ensino-aprendizagem para o campo, emergido por lutas, resistências e reivindicações dos movimentos sociais[1] . Entre os requisitos que sustentam esse movimento nota-se as mudanças nos anseios por transformações nas práticas educativas, na formação de professores, e nas políticas públicas para a educação dos povos do campo. Além disso, em seu debate sobre educação, tem-se como *pano de fund*o a discussão de uma nova concepção de campo, contraria a concepção dada ao agronegócio, pois os movimentos sociais concebem o campo "como espaço de democratização da sociedade brasileira e de inclusão social, e que proteja seus sujeitos como sujeitos de história e de direitos; como sujeitos de sua formação enquanto sujeitos sociais, culturais, éticos, políticos", (Arroyo et al, p. 12).

O curso de Licenciatura em Educação do Campo é uma ponte de chegada para o intercâmbio em buscar acolhimento para práticas embasadas nos princípios das comunidades campesinas. Entendendo que as práticas da comunidade são igualmente vivas para o desenvolvimento durante o processo formativo dos educandos, é imprescindível que os profissionais contextualizem aderindo a ação em trabalhar os conteúdos baseados nas práticas cotidianos dos educandos.

O novo modelo de Educação do Campo motiva para o desempenho escolar ligado as origens culturais produtivas onde o aluno seja aquele em que tenha relações com sua própria

1 Entre esses movimentos destacamos o Movimento do Trabalhadores Sem Terra (MST), principalmente, além da Comissão Pastoral da Terra (CPT), Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (Contag), e de inciativas populares de organização da educação para o campo, como os Centros Familiares de Formação por Alternância (CEFAs) e Escolas Famílias Agrícolas (EFAs).

origem. É afirma Freire que, Educação do Campo seja aquela educação crítica e dirigida à tomada de decisões e à responsabilidade social e política. Uma educação baseada no diálogo e não no monólogo, (FREIRE, 1971).

As práticas pedagógicas dos profissionais atuantes das escolas do campo necessitam antes de tudo colocar o educando como protagonista de seus próprios conhecimentos, buscando mecanismos para estimulação do senso crítico dos educandos. Nesse bojo a Modelagem Matemática contribui para que as práticas dos sujeitos do campo sejam desenvolvidas no contexto escolar.

Trabalhar criticamente a modelagem matemática é permitir que ela pode servir a diferentes fatores e funções socioeconômicas, onde a matemática servirá para a justiça social baseando em diálogos, discussões e praticidade que busca uma educação orientada pelo interesse em emancipação (Skovsmose 2006, p.10).

De acordo com Skovsmose (2006, p. 11), a matemática não é para ser entendida como um ramo especial da Educação Matemática. Não pode ser identificada com certa metodologia de sala de aula. Não pode ser constituía por currículo específico. Ao contrário, eu vejo a educação matemática crítica como definida em termos de algumas preocupações emergentes da natureza crítica da matemática.

O olhar para o cotidiano por meio de uma matemática crítica possibilita entender o funcionamento de práticas realizadas pelos sujeitos visando a compressão da funcionalidade sobre o interesse em tal prática.

As práticas para o ensino de matemática voltado a realidade dos sujeitos do campo[2] vem sendo transformadas por meio de lutas por uma educação que busca atender as peculiaridades dos sujeitos do inseridos nas escolas do campo.

Esse discurso pode ser encontrado nos PCN (1997), ao proporem que os conteúdos matemáticos sejam tratados a partir da articulação/conexão com diferentes blocos de conteúdo, com as ligações entre a Matemática, as situações cotidianas dos alunos e as outras áreas do conhecimento (BRASIL. (1997, p. 40). Com essas proposições, pontua-se a importância da matemática escolar e de ensino, a partir da contextualização, considerando que os alunos resolvam problemas da sua vida cotidiana, consiga aplica-la "no mundo do trabalho" e, ainda, que a matemática pode ser entendida "como instrumento para a construção de conhecimentos em outras áreas curriculares" (BRASIL. 1997, p.15).

Nos PCNEM (1999) aparece o termo "prático" para um ensino Contextualizado, ou seja, concreto e palpável ao aluno. Dessa forma defende um ensino de sentido concreto para o aluno, dentro de sua realidade. A partir dessa realidade cotidiana, atingir níveis complexos de abstrações do objeto pertencente a sua realidade de vivências. Essas organizações praxiológicas partindo da realidade dos educandos norteia para uma didática da matemática com significado.

Aprender Matemática de uma forma contextualizada, integrada e relacionada a outros conhecimentos traz em si o desenvolvimento de competências e habilidades que são essencialmente formadoras, à medida que instrumentalizam e estruturam o pensamento do aluno, capacitando-o para compreender e interpretar situações, para se apropriar de linguagens especificas, argumentar, analisar, generalizar e para muitas outras ações necessárias à sua formação (BRASIL, 1998, p. 37).

É preciso que os educadores se sintam motivados em aderir práticas inovadoras de ensino na busca por uma educação que converge com as reais necessidades dos educandos possibilitando a compreensão mais fácil dos assuntos, entendendo que os conteúdos matemáticos

2 Para aprofundamento, artigo: Práticas socioculturais e a Educação Matemática nas escolas do Campo. PNAIC – MAT – CAMPO

serão úteis na vida cotidiana destes.

Se por um lado, a certa necessidade de lutar contra os paradigmas das aulas exaustivas, rotineiras e tecnicista na luta contra o próprio sistema escolar imposto. Por outro lado, é imprescindível que os profissionais apresentam práticas que desmonta o ensino linear, ante reflexivo existentes nas escolas, inclusive nas escolas do campo, mostrando em contraponto a problematização e contextualização evidenciando que utilizar a pesquisa como princípio fundante para ensinar matemática onde faz parte da vida, da realidade e na perspectiva da cultura da comunidade, certamente é mostrar a utilidade e praticidade para a compreensão dos conteúdos matemáticos.

Nesse sentido, o uso da realidade e da aplicação no cotidiano, pode-se levar estes saberes a "construírem-se como imperativo de boas práticas pedagógicas, consequentemente da fabricação de certas identidades-aluno, bem como de identidades 'bons professores' de Matemática" (BELLO. 2012, p. 25).

Silveira et al (2014, p, 152) admite que a contextualização é importante na aplicação do conhecimento em situações reais. "(...) como forma de dar sentido e, assim, atenuar que essas práticas são essências no desenvolvimento do aluno.

Com isso, emergi compreensão ao aluno no que está sendo ensinado proporcionando a ele compreensão com mais facilidade para a utilização em sua realidade entendo que a matemática não está dissociada da vida dos educandos.

As escolas da educação básica onde comportam as séries iniciais e finais do ensino fundamental vêm sofrendo com o insucesso devido os resultados insatisfatórios no ensino-aprendizagem dos educandos, pois, o ensino tem se constituído historicamente como uma linearidade, como afirma Freire (1987) na qual a possibilidade de ação oferecida aos alunos é a de receptores ou de depositários.

Por outro lado, seu conceito abrange grupos culturais identificáveis. Sua memória, sua organização, seus códigos e símbolos, suas práticas sociais (Ferreira, 1991). Esses grupos reúnem e mobilizam maneiras de como fazer, executar as tarefas rotineiras ao usar ferramentas matemáticas autotecnológicas para resolver situações do cotidiano escolar, extraescolar das Etnocomunidades (Gaia & Guerra, 2014).

O desenvolvimento trabalho extraescolar emerge visibilidade de solucionar questões do dia-a-dia para obtenção de um modelo matemático de modo que os procedimentos metodológicos possam acolher a essas perspectivas.

Biembengut e Hei (200, p. 13) admite que o processo que envolve a obtenção de um modelo. Este, sob certa óptica, pode ser considerado um processo artístico, visto que, para se elaborar um modelo, além do conhecimento de matemática, o modelador precisa ter uma dose significativa e criatividade para interpretar o contexto, saber discernir que conteúdo matemático melhor se adapta e também ter senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas.

A matemática desempenha um papel fundamental na vida do ser humano, pois, ela está intrínseca na vida cotidiana do sujeito. Nesse sentido, é preciso encontrar mecanismo que possibilite a estruturação no pensamento e na agilidade do raciocínio dedutivo do aluno.

D' Ambrósio comenta, no prefácio do livro de Bembengut (1999, p. 10) que "O processo cognitivo depende de suas representações. " Podemos considerar essas representações modelos matemáticos pelos quais buscamos entender a realidade e as situações reais.

A Modelagem Matemática caracteriza-se como um ambiente de aprendizagem, no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações provenientes de outras áreas (BARBOSA, 2001). Assim sendo, a importância da integração de situações provenientes do cotidiano e de outras áreas do conhecimento na sala de aula, com o

propósito de possibilitar os alunos a intervirem na sua realidade, é ressaltada neste ambiente.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio enfatizam que

> identificar o problema; procurar, selecionar e interpretar informações relativas ao problema; formular hipóteses e prever resultados; selecionar estratégias de resolução de problemas; fazer e validar conjecturas, experimentando, recorrendo a modelos, esboços, fatos conhecidos, relações e propriedades (BRASIL, 1999, p. 259).

De acordo com os Parâmetros Curriculares trabalhar a Modelagem Matemática fortalece o ensino no contexto das escolas do campo e são elucidados práticas e alternativas que vai de encontro com a realidade dos sujeitos do campo. O trabalho com situações reais de seu cotidiano, emerge mecanismos que permite colocar em evidência problemas-matemáticos e resolvê-los interpretando em uma linguagem no mundo real.

Nesse sentido, o trabalho com pesquisas é imprescindível para essas relações permitindo aderir senso crítico em que passa aderir as seguintes ações:

> selecionar variáveis que serão relevantes para o modelo a construir; problematizar, ou seja, formular o problema teórico na linguagem do campo matemático envolvido; formular hipóteses explicativas do fenômeno em causa; recorrer ao conhecimento matemático acumulado para a resolução do problema formulado, o que, muitas selecionar variáveis que serão relevantes para o modelo a construir; problematizar, ou seja, formular o problema teórico na linguagem do campo matemático envolvido; formular hipóteses explicativas do fenômeno em causa; recorrer ao conhecimento matemático acumulado para a resolução do problema formulado, o que, muitas vezes, requer um trabalho de simplificação quando o modelo originalmente pensado e matematicamente muito complexo; validar, isto é, confrontar as conclusões teóricas com os dados empíricos existentes; e eventualmente ainda, quando surge a necessidade, modificar o modelo para que esse melhor corresponda a situação real (BRASIL, 2006, p. 85).

As situações reais dos educandos campesinos coadunam com as implicações de um modelo matemático, cabe os profissionais trabalharem na articulação para transformação dessas experiências de sujeitos do campo tornando-os assuntos para o desenvolvimento dos educandos.

Por terem tido um ensino mecanizado, tecnicista, muitos profissionais encontram diversos obstáculos didáticos e epistemológicos em promover ações que vai de encontro com as práticas pedagógicas transformadoras para a contribuição de um novo currículo para as escolas do campo que emerge ensino com significância aos educandos.

Barbosa (2001) apresenta uma sistematização teórica das práticas curriculares em Modelagem, as quais denominaram de “casos”, como possibilidades para desenvolver Modelagem em sala de aula. O caso 1, o professor apresenta o problema com dados quantitativos e qualitativos, cabendo aos alunos investigarem. Por sua vez, o caso 2, o professor apresenta o problema e os alunos terão que coletar as informações e investigar. Por fim, o caso 3 ocorre o desenvolvimento de projetos com temas não-matemáticos propostos pelo professor ou pelo aluno, onde terão que levantar informações, formular problemas e resolvê-los.

Estes casos apresentam variação em relação ao tempo e aos papéis do professor e do aluno. Portanto, como se pode perceber, do caso 1 para o 3, a realização da atividade vai sendo mais partilhada com os alunos. Assim, as possibilidades de configuração das atividades de Modelagem no currículo indicam formas de organização desde problemas mais direcionados, no qual os dados estão claramente expostos, até o desenvolvimento de projetos, onde as infor-

mações precisam ser investigadas.

O trabalho com projetos de pesquisa nas escolas campesinas fortalece os princípios políticos, pedagógicos e rompe com os paradigmas da lógica da educação tecnicista, mecanizada constituídas nas escolas do campo em que o objetivo consiste unicamente em formar sujeitos para satisfazer as necessidades das empresas por buscarem unicamente mão-de-obra qualificada.

A inserção da Modelagem nos cursos de Licenciatura em Matemática admitido por Barbosa (2001) sustenta a necessidade de os cursos de Licenciatura incorporarem esta temática em seus currículos, mediante os problemas práticos de sala de aula. O autor sugere que a presença deste ambiente não se restrinja apenas a uma disciplina, mas faça parte das diversas disciplinas do curso.

Pesquisas (ALMEIDA, 2004; BARBOSA, 2001; ROMA, 2003) sustentam que as experiências com Modelagem nas instâncias de formação podem favorecer os professores a realizarem atividades dessa natureza, ou próximas dela, na sua sala de aula.

As escolas do campo devem ser antes de tudo um ambiente de discussão acerca de novas metodologias de ensinar matemática. Um dos obstáculos que vem se repercutindo nas escolas do campo epistemologicamente falando, consiste justamente na dificuldade de os educadores fazerem uso de práticas que são refletidas na transposição didática, ou seja, a transformação dos casos de pesquisas em um modelo matemático.

A transformação de narrativas para um modelo matemático aborda como estudo crítico sobre as práticas inovadoras de ensino partiu da produção de leite bovino tangenciando para uma aprendizagem com significado em que dialoga com a realidade dos educandos.

Narrativas do Senhor José Paulo

Meu nome é José Paulo, cheguei aqui no cuxiu no ano de 1980 no tempo da ocupação do cuxiu (vila 42 P.A Paulo Fontelles) quando cheguei aqui tinha sete cabeças de gado, mais no começo trabalhei com plantação de arroz, feijão, milho e banana criava galinha porco, para criar meus 5 filhos, aí os anos foram passando e a terra já não estava mais prestando para plantar. Estou com 8 alqueires de terra, mas ainda tem 2 alqueires de mata, nós não podemos mais derrubar de jeito nenhum, é proibido, tem uma lei que o governo inventou que não pode mais derrubar mais de jeito nenhum. E agora é só mesmo a criação do gado. Minha terra é pequena, só aguenta umas 80 cabeças, mesmo meu filho é que está cuidando do gado. O gado é pouco, só umas quinze vaquinhas de leite, tem dia que tira varia de 50 a 60 litros de leite depende da pastagem, está dando para o sustento da família. Com o dinheiro do aposento, ele tira leite, aí já ajuda na despesa de casa. O ruim aqui é porque o preço do leite não é bom, desde os anos que moro aqui era 1 real por litro, agora mesmo o leite está de 85 centavos tem vez que eles baixam o preço aqui, mesmo assim, a renda aqui nessa comunidade é a venda do leite.

Sobre a Problematização de um Modelo Matemático

A atividade produtiva de leite bovino é a que dar subsistência para a vida dos produtores de leite. O modelo matemático surge a partir do depoimento do Senhor José Paulo ao proferir sobre a funcionalidade dessa produção considerada importante para o sustento da família. Por entender que o capitalismo apropria dessas relações de produção, instigamos aos educandos o senso crítico sobre a produção intensiva do leite. A problematização de questões inerentes a função do primeiro grau surgiu por meio das relações de preço do leite por litro em função da quantidade, deixando aberto para outras interpretações acerca da pesquisa concretizada. Para isso propusemos algumas questões abaixo visibilizadas nas narrativas do Senhor José Paulo.

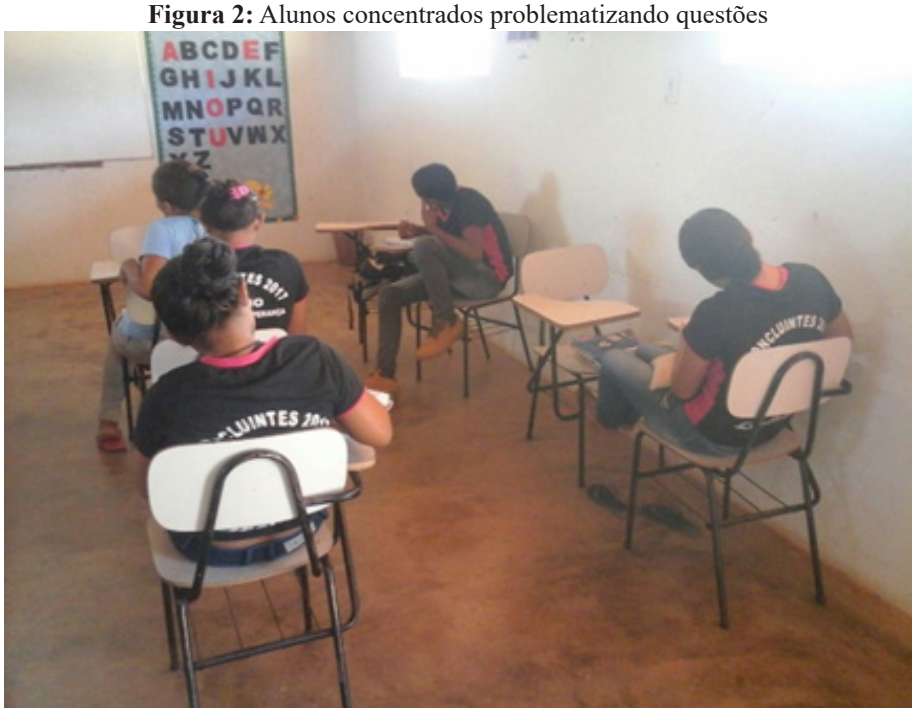
1. Na produção de leite do Senhor José Paulo, seu filho tira fixo 50 litros de leite mais uma quantidade variável de 10 litros de leite. Considerando que o valor pago por litro pelo comprador é de 85 centavos. Qual o lucro da produção de 1500 litros de leite?

Lei de formação da função.
Note que temos uma quantidade fixa de 50,00 litros de leite diariamente e uma outra quantidade que varia de acordo com a pastagem.
y = 10x + 50
Valor a ser pago para a quantidade de 1500 litros de leite.
*y = 0,85*1500 + 50*
y = 1275 + 50
y = R$ 1325,00
O valor a ser pago para a produção de 1500 litros de leite é de R$ 1325,00.

Ao trabalharmos com a modelagem matemática, interligamos a matemática com outras ciências e com fatos do cotidiano. A partir dos dados coletados, utilizamos a modelagem matemática e desenvolvemos uma questão referente a função do 1º grau até chegarmos ao modelo matemático.

É preciso promover o senso crítico nos educandos para que com aulas ministradas eles possam despertarem o interesse em produzirem questões através do contexto onde vivem. Serem pesquisadores e construtores do próprio conhecimento enquanto que o professor seja aquele mediador contribuindo para o desenvolvimento dos educandos. Ao perceberem a matemática intrínseca nas relações com as práticas de sujeitos da comunidade eles sentiram-se motivados em produzir questões inerentes a função do 1º grau. É perceptível o envolvimento direto por parte dos educandos, isso porque todos estavam muito concentrados para a problematização de questões afim de descobrir um modelo matemático.

Figura 2: Alunos concentrados problematizando questões



Fonte: Arquivo da pesquisa

1. Na produção de leite, um laticínio tem um custo de 0,80 centavos mais um custo de 0,05 por litros produzidos, sendo X o número de litros produzidos.
a) Escreva a lei da função que fornece o custo total de X litros de leite.
$C(x)=0{,}80+0{,}05x$
b) Calcule o custo de 100 litros de leite produzido no sítio de seu João.
$C(x)=0{,}80+0{,}05x$
$C(100)=0{,}85 * 100$
$C(100)=R\$\ 85{,}00$

A pesquisa despertou muita curiosidade e interesse pela aula de matemática. A resolução por meio da estratégia da modelagem matemática tornou a aula mais atraente, todos estiveram envolvidos para a problematização.

As concepções de ensino na perspectiva da Educação do Campo se fundamentam na busca pelo diálogo para uma problematização dos conteúdos programáticos na inter-relação com as práticas dos sujeitos envolvidos no processo ensino-aprendizagem educando, educadores, comunidade/sociedade.

Pensar o ensino reflexivo para as escolas do campo é fazer um exercício de desconstrução e quebra de paradigmas de um modelo linear e ante reflexivo que não valoriza o contexto e os saberes prévios dos educandos.

Essa tendência didático-pedagógica busca tornar-se o ensino mais significativo e contextualizado, partindo de uma proposta que utiliza a pesquisa como princípio educativo, no processo desencadeador onde os educandos tornam-se agentes ativos na construção do conhecimento.

Pensar na construção do conhecimento na busca por utilização de práticas pedagógicas abrandando o trabalho com Modelagem Matemática certamente desconstrói o ensino tradicionalizado centralizado nas escolas, especificamente nas escolas do campo. Pois o ensino de matemática deve ser aquele em que desmistifica a lógica do ensino tecnicista, mecânico sobrepondo exercícios exaustivos desconectados da realidade dos educandos.

O ensino de Matemática tem baseado na repetição de exercícios e memorização de fórmulas, caracterizando-se distante da realidade dos educandos sem nenhuma relação com as vivências destes. Nesse sentido, torna-se um fator de exclusão social. Uma vez que a Matemática é vista como vilã para muitos educandos tornando-se sem significado e consequentemente gerando a falta de interesse e repetência de um grande número de estudantes, não só no campo, mas também na cidade. O intuito do trabalho com modelo matemático permite a exploração de objetos reais do cotidiano do sujeito, levando-o aprimoramento dos assuntos baseados em objetos de sua realidade na busca pela valorização de práticas socioculturais, tendo em vista métodos utilizados inerentes a modelagem matemática para a construção do conhecimento.

Com a pesquisa realizada e contextualizada no âmbito escolar a partir de práticas com o leite, foi justificada numa perspectiva problematizadora da realidade dos educandos, pois partiu de elementos da vivência destes na tentativa de associação do conhecimento empírico (saberes prévios) com o conhecimento teórico, (os conteúdos escolares).

Essa prática metodológica permite vislumbrar a conexão entre outras áreas do conhecimento, por exemplo, se levarmos em consideração a coleta de dados, a produção de um texto científico por meio das narrativas e a contextualização para a formulação de problemas que exige uma leitura profunda para identificar objetos matemáticos presente nas narrativas, é um leque de oportunidade para trabalhar com redação, produção de textos em que é pertencente a

área do conhecimento de Língua Portuguesa.

Reconhecendo as relações interdisciplinares que essa ação pedagógica emerge para a conexão entre outras disciplinas leva-nos compreender que ações pedagógicas dessa magnitude são impactantes e de extrema importância na contribuição em desmontar a ideia singularizada que o sistema propõe nas escolas do campo.

6. Considerações Finais

Compreendemos que, para tornarmos nosso educando autônomo, é importante que ele perceba que as resoluções de problemas contribuem para sua formação como cidadão, consciente de suas ações diante das situações vivenciadas.

O educando ao conseguir organizar seus pensamentos e escolher o melhor caminho a ser seguido para a resolução de problemas, avança em várias situações de sua vida dentro e fora da sala de aula, o que pensamos ser de extrema relevância para seus próprios passos rumo ao desenvolvimento de sua habilidade e, portanto, de suas competências, enquanto ser envolvido em um contexto sociocultural. Não apenas a escola é local de aprendizagem, mas todo e qualquer lugar onde os alunos estabeleçam relações, tanto com pessoas quanto à natureza. A escola deve ser um ambiente a qual os conhecimentos sistematizados aos alunos melhorem condições de decodificar e analisar as mensagens que lhes são repassadas no cotidiano. Nesse contexto.

A prática educativa deve ser voltada para a formação não apenas de um estudante, mas de agentes ativos da mudança da realidade como um todo. Para isso, o educador deve se valer de métodos eficazes que estejam vinculados ao método de reflexão, compreensão e mudança da realidade que cada situação didática.

O processo de ensino se caracteriza pela combinação de métodos, conteúdos e formas de organização do processo de ensino-aprendizagem que facilitem a função docente de fazer com que os educandos assimilem os conteúdos, aprimorem e desenvolvam suas capacidades e habilidades no estudo.

A Modelagem Matemática como estratégia de ensino-aprendizagem aderida pelos educadores pode ser entendida como um método de ensino, uma vez que reúne as qualidades de um ensino para estes. Ela faz uso do cotidiano do aluno ou então de algo que é de seu interesse, mesmo que não faça parte do seu dia a dia. Ao tentar desenvolver a capacidade do indivíduo de solucionar problemas, habilita-o a organizar dados, observar situações e objetos, abstrair compreendendo certos limites, demonstrar hipóteses, pesquisar conhecimentos teóricos e práticos, conhecer o processo de desenvolvimento e organização da matemática e desenvolver seu senso crítico para poder concluir se o modelo atingido condiz com o fenômeno observado. Ou seja, através da Modelagem, pode-se atingir não somente os objetivos gerais como também os objetivos parciais do ensino.

A Modelagem Matemática propõe a construção do conhecimento matemático a partir do conhecimento do aluno, não desprezando a este conhecimento, mas agregando-o e dando a ele uma forma de resolver tal situação com facilidade. Assim, como o processo de atingir o conhecimento se faz de forma construtiva, também o é a avaliação, que passa agora a não ser uma prova ou um questionário ou lista, mas sim um conjunto de informações, que vão desde o conhecimento inicial do educando.

Contudo, o trabalho sugere a importância de aderir práticas inovadoras de ensino que dialoga com as reais necessidades dos educandos. A pesquisa mostrou que é possível pensar e colocar em prática métodos eficazes para o desenvolvimento do ensino das escolas do campo, o profissional deve sim, ter como plano de fundo ações pedagógicas que desmistifique a conjuntura educacional alienante que estão impregnadas nas escolas, especificamente nas escolas do

campo, que é onde os sujeitos necessitam de uma educação que dialoga comas reais necessidades, que entenda o jeito de viver, de fazer, de ser cidadã e cidadão tangenciando para um mundo mais humano, justo e igualitário onde busca pelo respeito a diferença e valoriza as diversidades de saberes constituídos na sociedade.

É preciso mudar, mudar para melhor, mudar para que a educação possa servir como ferramenta a serviço da ação humana, não uma educação baseada no monólogo, mas uma educação que se preocupa e que, acima de tudo busca substancialmente valorizar as diversidades e que forma cidadãos críticos para uma sociedade mais justa e igualitária.

Cabe aos educadores utilizar práticas pedagógicas voltado a modelagem matemática envolvendo situações do cotidiano sobre situações de aprendizagem para que o educando consiga superar o "medo da matemática" e na busca pela quebra do paradigma entre o ensino linear para um ensino que dialoga com as reais necessidades dos sujeitos do campo. Esta busca por soluções levará, certamente, as pessoas envolvidas neste processo alcançarem o sucesso em seus estudos e, em especial, com trabalhos de pesquisa. É um novo olhar que se tem utilizando metodologias voltado a modelagem matemática.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, L. M. W; DIAS, M. R. Modelagem Matemática na Licenciatura em Matemática: contribuições para o debate. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 2003, Santos. *Anais*... São Paulo: SBEM, 2003. 1 CD-ROM.

ARROYO, Miguel; CALDART, Roseli; MOLINA, Mônica (org). *Por uma educação do campo*: Vozes, 2005.

BARBOSA, J. C. *Modelagem Matemática:* concepções e experiências de futuros professores. 2001. 253 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

BASSANEZI, R. C. (2006) **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática.** São Paulo: Contexto, 2006.

BASSANEZI, Rodney C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática.** São Paulo: Contexto, 2002.

BASSANEZI, Rodney Carlos. Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática. São Paulo: Ed. Contexto, 2004. 389 páginas.

BELLO, Samuel Edmundo Lopez. As práticas curriculares que se produzem pelo governo do IDEB. **Revista Horizontes**, v. 30, n. 2, jul. /dez. 2012.

BIEMBENGUT, M. S., HEIN, N. (2003) **Modelagem matemática no ensin**o. 3. Ed. São Paulo: Contexto.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem matemática e suas implicações no ensino-aprendizagem de matemática**. Blumenau: FURB, 1999.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. M**odelagem matemática no ensino.** São Paulo: Contexto, 200.

BIEMBENGUT, Maria Sallet; HEIN, Nelson. Modelagem Matemática no Ensino. São Paulo: Editora Contexto, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação – Secretaria de Ensino Fundamental. ***Referenciais para a Formação de Professores***. Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Basica. *Orientações Curriculares para o ensino médio* – Volume 2: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros*

curriculares nacionais: ensino médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília, 1999.
D'AMBROSIO (1999). **Educação para uma sociedade em transição**. Campinas: SP
D'AMBROSIO , U. **Etnomatemática se ensina**? BOLEMA, Rio Claro, n. 4, p. 13 – 16, 1998.
FERREIRA, S. (1991). **Por uma teoria de Etnomatemática.** Bolema, 7.
FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro. Paz e Terra, 17, ed. 1987.
FREIRE, Paulo (1971). Papel da **Educação na Humanização**. Revista Paz e Terra, Rio de Janeiro.
FREIRE, Paulo (1971). Papel da **Educação na Humanização**. Revista Paz e Terra, Rio de Jnaeiro.
GAIA, C. A., & GUERRA, R. (2014). **Descortinando Práticas com Matemáticas:** Conexões entre TAD e Etnomatemática; In Mendes, I., & Farias, C. A. **Práticas socioculturais e Educação Matemática**. São Paulo: Livraria da Física.
MARTINS, I.; NASCIMETO, R. **DIDÁTICA**. Recife: UFRP, V. 1, 2, 3, 2009. ARAUJO, A. J. de. **O ensino de Álgebra no Brasil e na França: um estudo sobre o ensino de equações do 1° grau à luz da teoria antropológica do didático.** Tese de doutorado, UFPE, 2009.
Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática. Ministério da Educação. Brasília: Ministério da Educação, 1997.
SILVEIRA, Marisa Rosâni Abreu da et. Al. Reflexões acerca da contextualização dos conteúdos do ensino de matemática. **Currículo sem fronteiras,** v, 14, n. 1 jan. / abr., 2014
SKOVSMOSE, Ole. **Educação Matemática Crítica: A questão da democracia**. 3. Ed. Campinas: Papirus, 200.

Lucas Silva Pires
PPGECM - Universidade Federal do Pará – UFPA/Brasil
E-mail: lucas.silvapires.10@gmail.com

Relações étnico raciais e etnomatemática nas teses e dissertações brasileiras (2008-2018): desafios da história e cultura negra como prática escolar

Ethnic and racial relations in Brazilian theses and dissertations (2008-2018): challenges of history and black culture as a school practice

Élida de Sousa Peres
Universidade Federal do Pará

Erasmo Borges de Souza Filho
Universidade Federal do Pará

RESUMO

Este artigo aborda resultados da pesquisa desenvolvida pelo ateliê sobre Cultura, Sociedade e Educação Matemática e Cientifica que sistematizou e analisou os principais temas discutidos em teses e dissertações sobre relações étnico raciais e etnomatemática, realizadas em programas de pós-graduação brasileiras. Identificamos 34 estudos relacionados sobre a temática racial em oito áreas de conhecimentos, dentre elas, 12 trabalhos são da área de educação matemática. Tendo como objetivo verificar a interface entre relações étnico raciais e etnomatemática. Como resultado, compilamos as pesquisas em 4 categorias: Implementação da lei 10.639/2003; Relações étnico raciais e cultura; Identidade negra e Currículo. Este texto refletirá os desafios da história e cultura negra nas práticas escolares no ensino de matemática.

Palavra-chave: Relações étnico raciais. Etnomatemática. Educação.

ABSTRACT

This scientific paper presents the results of a research that was developed during a workshop about Culture, Society and Mathematical and Scientific Education that catalogued and analyzed the main themes discussed on thesis' and dissertations about ethnical racial relations and Ethnomathematics, carried out within the context of brazilian programs for post-graduation. We identified 34 studies related to racial themes in eight knowledge areas, and found among them 12 works from Mathematics Education. We had the objective of investigating the interfaces between ethnical racial relations and Ethnomathematics. As a result, we've assigned these researches into four categories: implementation of the law 10.639/2003; ethnical racial relations and culture; black identity and curriculum. This paper will dwell on the challenges of black history and black culture in the school practices in the teaching of Mathematics.

Keywords: Ethnical racial relations. Ethnomathematics. Education.

Introdução

Este artigo faz da pesquisa desenvolvida pelo Grupo de Estudos em Educação Matemática e Cultura Amazônica (GEMAZ) pelo projeto Ateliê sobre Cultura, Sociedade e Educação Matemática e Cientifica em Dissertações e Teses, que teve como objetivo discutir fundamentos teóricos e metodológicas para os estudos e pesquisas a serem realizadas no âmbito da pós-graduação stricto sensu e suas relações com a sociedade, a cultura e a Educação matemática e Cientifica.

O objetivo deste trabalho é verificar os desafios na interface entre relações étnico raciais e etnomatemática nas pesquisas de pós-graduação brasileiras, chamado atenção para os trabalhos da etnomatemática que vêm sendo desenvolvidos acerca da história e cultura negra no

brasil, publicadas na forma de teses e dissertações de programas de pós-graduação.

Desse modo, procuro com este trabalho responde a seguinte questão problema: Quais as interfaces entre relações étnico raciais e a etnomatemática nas dissertações e tese brasileiras no período de 2008 - 2018? Pretendendo destacar, ainda uma questão fundamental destas pesquisas, que é a apresentação da história e cultura afro-brasileira no ensino da matemática, visto que na matemática por muito tempo não si teve pesquisas que tratavam das relações étnico raciais.

Assim associar o ensino de matemática à cultura é dar o reconhecimento e a importância dos saberes de grupos e povos discriminados em relação ao saber da tradição e a produção do conhecimento de uso cotidiano e não reconhecidos no âmbito da educação escolar. Como afirma Arroyo (2014), as formas de pensar e de tratar populações marginalizadas estão arraigadas em nosso imaginário social e político, cultural e pedagógico que se mostram existentes, visíveis, desestruturam essa cultura social, política e pedagógica provocando reações que reforçam essas representações negativas.

Desta forma com a Lei Federal 10.639/03, na qual pauta a obrigatoriedade do ensino da história e cultua afro-brasileiras e africanas nas escolas públicas e privadas do ensino fundamental e médio; o parecer do CNE/CP 2003/2004, que aprovou as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação das Relações Étnico-raciais e para o Ensino de História e cultura Afro-brasileira e Africanas.(Brasil,2009)

Apesar da lei estabelecer o ensino de história e cultura africana e afro-brasileira, ainda encontramos uma resistência em se problematizar essa temática, mesmo estando assegurada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação das Relações Étnico Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-brasileira e Africana (DCNRER), documentos que preveem ao ensino brasileiro uma forma de confrontação a discriminação racial e preconceito.

No contexto educacional esta lei é de grande importância, representado uma alteração na Lei de Diretrizes e Bases (LDB), por isso, o seu cumprimento é obrigatório para todas as escolas e sistemas de ensino. Não estamos falando de uma lei específica, mais sim, da legislação que rege toda a educação nacional. A partir da lei ocorre um movimento para que a mesma seja implementada nos espaços escolares, possibilitando a desconstrução dos pensamentos negativos a respeito da população negra.

Sendo a educacão um meio de reeduca os sujeitos de sua educação, de construção de saberes, conhecimentos, valores e cultura, para assim combater o preconceito e atitudes discriminatórias visando que se reconheçam na cultura e sentindo-se parte importante da mesma, visto que a educação é um processo de desenvolvimento humano. Conforme Arroyo (2014) é necessário o sujeito se afirmam, trazendo experiências sociais, políticas de resistência, de construção de outra cidade, outro campo, outros saberes e identidades, essas relações nos levam a refleti a presenças de grupo quilombola, indígena, povo da floresta, movimento feminista negro entre outros, sujeitos estes invisibilizados na sociedade, que precisam se afirma e socializa como sujeitos sociais, culturais, cognitivos, étnicos, políticos.

Nessa perspectiva pretendeu-se investigar trabalhos na etnomatematica, que contemple a temática étnico racial, e em meio as pesquisas foram encontradas trabalhos de diversas áreas do conhecimento que contemplam a discursão da temática citada acima. A pesquisa e de caráter qualitativo do tipo bibliográfico, como proposta inicial investigar os trabalhos da área da educação matemática, classificados a partir de quatro categorias Educação das relações étnico-raciais e cultura; Implementação da lei 10.639/2003; Identidade negra; Currículo; adaptadas a partir do trabalho de Silva, Régis e Miranda (2018).

Para isso, inicialmente, discutiremos acerca da etnomatemática, sua importância e como

a temática racial tem sido inserida nesta área de conhecimento. Posteriormente o caminho metodológico da pesquisa. Depois apresentaremos os resultados refletindo sobre os desafios da cultura negra nas práticas escolares, bem como as contribuições da temática para sociedade.

Etnomatemática e as relações étnico raciais no contexto brasileiro

De acordo com Gomes a diversidade é entendida como a construção histórica, cultural e social das diferenças como segue afirmação:

> A construção das diferenças ultrapassa as características biológicas, observáveis a olho nu. As diferenças são também construídas pelos sujeitos sociais ao longo do processo histórico e cultural, nos processos de adaptação do homem e da mulher ao meio social e no contexto das relações de poder. Nesse processo, marcado pela interação contínua entre o ser humano e o meio, no contexto das relações sociais, é que construímos nosso conhecimento, valores, representações e identidades (GOMES, 2007, p.17).

De acordo com assertiva acima é indispensável o processo de interação do indivíduo com meio para estabelecer relações sociais, mais o que percebemos que esta interação ao longo da história foi imposta pelo colonizado ao negros e indígenas destruídos seus processos de interação social, impondo valores e princípios.

Essas tensões no processo de interação que dificultam o reconhecimentos que chegam a escola diante do protagonismo preconceituoso que levam suas identidades culturais, classe, pertencimento, gênero, raça, periferia, desta forma a educação busca luta por conhecimentos que ultrapassem a visão de condições sociais para o reconhecimento enquanto cidadãos.

A relevância do tema relações étnico raciais no campo da etnomatemática, nos faz repensar o ensino da matemática e a sua presença em diferentes contextos culturais, na valorização de saberes, devido a questionamentos que se referem ao conhecimento e às práticas associadas a ele, que estão relacionada ao saber e fazer que prevalece em nossa sociedade.

De acordo com D'Ambrosio (2005), a etnomatemática procurar entender o saber/fazer matemático ao longo da história da humanidade, contextualizada em diferentes grupos de interesse, comunidades, povos e nações. Oferecendo desta forma maiores oportunidades de compreensão, descrição, e mediação de novas situações no ensino da matemática, com o acesso à novas possibilidades de aprendizagem, quando relacionada ao conjunto da vida cultural e social, e na qual representa contextos diversificados que são possíveis de serem estudados na escola.

No caso da cultura afro-brasileira é influenciada por vários fatores que refletem na música, cultos, culinária, artesanato, linguagem e costumes, que estão presentes em diferentes grupos sociais que fazem parte da nossa sociedade. Sendo uma dinâmica de interação entre os indivíduos que representam um conjunto de saberes e tradições. Assim as diferentes formas de fazer na prática e saber na teoria caracterizam um cultura, como parte de conhecimento e comportamento estão interligados ao saber e fazer em uma durável interação.

Nessa perspectiva os saberes e fazeres da nossa cultura estão presentes em nosso cotidiano, a todo momento o individuo está comparando, medindo, classificando, aprendendo matemática a parti de sua cultura que não está inserida no espaço escolar. O programa etnomatemática nasce no contexto natural, social e cultural, em suas diferentes formas de conhecer o indivíduos ao longo da história, no qual possibilitar sobreviver no ambiente no qual está inserido.

Desta forma, podemos levar em consideração o que diz D'Ambrosio,

> Em todas as culturas encontramos manifestações relacionadas, e mesmo identificadas, com o que hoje se chama matemática, geralmente mescladas ou dificilmente distinguíveis de outras formas, que são hoje identificadas como Arte, Religião, Música, Técnicas, Ciências. Em todos os tempos e em todas as culturas, Matemática, Artes, Religião, Música, Técnicas, Ciências forma desenvolvidas com finalidade de explicar, de conhecer, de aprende, de saber/fazer e de predizer o futuro. Todas aparecem mescladas e indistinguíveis como formas de conhecimento, num primeiro estágio da história da humanidade e na vida pessoal de cada um de nós (D'AMBROSIO, 2005, p.60-61).

Na educação, estamos vendo um aumento ao reconhecimento da importância das relações étnico raciais, mas mesmo assim ainda há resistência no reconhecimento de diálogo sobre a temática racial, visto que apenas por meio da educação que podemos promove valores humanos e respeito a diversidade cultural que possam enriquece nossa herança cultural.

Desta forma é preciso levar em consideração que por muito tempo a população negra ficou à margem da história brasileira e do processo de construção social, por ser considerado o negro escravizando, aquele que não tinha direito na construção social por meio da educação, fazendo com que a população negra estivesse em uma situação de subalternização.

Diante deste contexto vem a importância de diáloga nas aulas de matemática aspectos culturais como resgate da nossa cultural deixada por nossos ancestrais, se presentificando em profusão a partir da nossa matriz cultural, sem muitas vezes nos darmos conta de suas presenças no nosso cotidiano, e principalmente dos seus significados.

A etnomatemática pode e deve contribuir com esse processo, ao estabelecer-se a relação entre a matemática e os saberes culturais, tendo como suporte da lei 10.639/2003 torna obrigatório a inclusão da história e cultura africana e afro-brasileira nos currículos escolares.

Assim com a implementação da lei nas aulas de matemática como propostas didática que ressaltem valores civilizatórios afro-brasileiro nos conhecimentos africanos, pode-se pensar na relação etnomatemática e relações étnico-racial, a favor da valorização da cultura e das ciências africanas, atuando sobre a discriminação e a exclusão, buscando o pleno exercício da cidadania.

Daí a importante de percebemos as contribuições do povo negro para os conhecimentos matemáticos, de tal forma busca a valorização e resgate da identidade afro-brasileira nas aulas de matemática, embora não seja fácil implementação da lei nos espaços educacionais, mais e essencial no processo de formação do indivíduo possibilitando uma visão mais ampla e significativa a respeito da temática.

Percurso metodológico nas abordagem das relações étnico raciais

Com intuito de verificar produções de teses e dissertações produzidas nos últimos anos, que auxiliem os estudos desenvolvidos neste trabalho, passo a delinear o estado da arte, acessando o que vem sendo pesquisando e produzido acerca das relações étnico raciais, Lei 10.639/2003 e Educação Matemática especificamente na etnomatemática. Defino, inicialmente, alguns descritores de busca: etnomatemática, tecidos africano, cultura negra, arte africana, lei 10.639/2003, relações étnico raciais e matemática.

Iniciei o levantamento acessado o banco de dados da Capes e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. Foram utilizados uma variedade de termos para que fosse possível obter o maior número de informações sobe a temática nos últimos 10 anos, que compreendem as produções de 2008 a 2018.

Diante dos levantamentos realizados, elenco 34 produções cientificas que se aproximam do objeto de estudo deste trabalho, uma vez que entrelaçam os descritores de busca definidos inicialmente. Como resultados dessas buscas, encontrei 30 dissertações de mestrado e quatro teses de doutorando em diversas áreas do conhecimento, tais como Antropologia, Arte Visuais, Ciências Sociais, Design, Educação, Educação Matemática, Relações Étnico Raciais e Tecnologia e Sociedade. Destaca-se por área de conhecimento as teses e dissertações a seguir.

Quadro 1: Dissertações e Teses selecionadas para análise, por área

Área	Número de dissertações	Número de teses
Antropologia	2	-
Arte visuais	3	1
Ciências sociais	1	-
Design	1	-
Educação	8	3
Educação Matemática	12	-
Relações étnico raciais	2	-
Tecnologia e Sociedade	1	-
Total	30	4

Fonte: Elaboração dos autores, 2018

Seguindo o quadro 02 é referente as pesquisas de dissertações e teses, que entrecruzam os descritores proposto pela pesquisa com interface nas relações étnico raciais.

Quadro 2: Pesquisas relacionadas a cultura afro-brasileira.

Título	Autor	Instituição	Ano	Área	Nível
Trilhas e tramas: Percursos insuspeitos dos tecidos industrializados do continente africano a experiencia da África oriental	Luciane da Silva	UNICAMP	2008	Antropologia	D
A(in)visibilidade da cultura negra africana no ensino de artes visuais	Ivana de Fátima Oliveira	UFG	2008	Arte visual	D
Entre a Negritude e a Africanidade: construção da identidade negra em Mato Grosso	Michelangelo Henrique Batista	UNISIOS	2011	Ciências Sociais	D
Para além da estética: uma abordagem etnomatematica para a Cultura de trancar cabelos nos grupos afro-brasileiros	Luane Bento dos Santos	Cefet-RJ	2013	Relações étnico raciais	D
Linguagem visual e panos africanos: uma abordagem gráfica a partir de estampas	Edna Martins	UNESP	2014	Design	D
O jogo Aware nas aulas de matemática do ensino fundamental: uma estratégia para educação das relações étnicas	Magali Silva de Oliveira	UESB	2016	Relações Étnicas, Gênero e Sociedade	D
Lei 10.639/2003: Revendo Paradigmas na Arte/Educação	Juliana Oliveira Gonçalves dos Santos	UNESP	2017	Arte visual	D

Tranças, turbantes e empoderamento de mulheres negras: artefatos de moda como tecnologias de gênero e raça no evento afro chic (Curitiba-PR)	Ana Paula Medeiros Teixeira dos Santos	UTFPR	2017	Mediações e Culturas	D
‘’Falar e Guardar Segredo: as Capulanas de Nampula (Moçambique)	Helena Santos Assunção	UFRJ	2018	Antropologia	D

Fonte: Elaboração dos autores, 2018

No estudo *Trilhas e tramas: Percursos insuspeitos dos tecidos industrializados do continente africano a experiencia da África oriental,* Silva (2008) apresenta os tecidos como comunicação sócio cultural, sendo refletida no tema *tecidos industrializados*, teoricamente nos levam a perceber de que maneira os panos podem revelar processos que implicam na construção de identidade da população africana. Compreensão dos símbolos nas formas materiais e sua interpretação na cultura, levando a percepção do mundo material nas interações sociais que nos revelam evidências de relações e criações, assim podemos nota os processos de interação, estando presente diálogos e embates com a realidade sócio cultural.

Oliveira (2008), em sua dissertação *A(in)visibilidade da cultura negra africana no ensino de artes visuais*, refletir sobre a cultura afro brasileira no ensino de artes visuais a parti da lei 10.639/2003, sendo o campo da educação um dos encarregado de discutir sobre a implementação da lei, a pesquisa compreende a lei como práxis transformadora para o ensino de artes com inclusão de segmento étnico-sociais e culturais excluídos ou incluído de forma estereotipadas.

Na dissertação intitulada *Entre a Negritude e a Africanidade: construção da identidade negra em Mato Grosso*, Batista (2011) busca evidenciar a possibilidade de identidades negras individuais, múltiplas noções de negritude, levando em consideração a atuação do preconceito de marca, que não simplifica a existência do negro ser arquiteto.

O estudo de Santos (2013) trata-se de uma pesquisa etnográfica. Em sua dissertação *Para além da estética: uma abordagem etnomatematica para a Cultura de trancar cabelos nos grupos afro-brasileiros.* Destaca que a matemática praticada no meio acadêmico e uma ciência produzida dentro de várias perspectivas enviesadas, produzida e reproduzida para a manutenção do “*status quo*” de uma elite colonial e que tem sua origem em movimentos formalistas do Iluminismo.

Martins (2014), em sua dissertação Linguagem visual e panos africanos: uma abordagem gráfica a partir de estampas, traz como foco os panos africanos sob olhar do design gráfico e o design de superfície para uma releitura de produtos tradicionalmente posicionados como artigos de artesanato, buscar identificar elementos da linguagem visual que compõem o referido pano africano.

Oliveira (2016), em sua dissertação intitulada *O jogo Aware nas aulas de matemática do ensino fundamental: uma estratégia para educação das relações étnicas*, trata das Relações Étnicas que permeiam o cenário educacional brasileiro, com o intuito de perceber como um recurso mediador, o jogo *Aware*, contribui para transformar do espaço formal da aula de matemática em um espaço no qual a África esteve entrelaçada aos saberes da disciplina.

No estudo Lei 10.639/2003: Revendo Paradigmas na Arte/Educação, Santos (2017) discorre sobre os temas arte e cultura afro-brasileira, sancionados pela lei 10.639/2003, a partir desta Lei Federal a intersecção entre educação, arte e cultura nos processos de reivindicação por direitos pela e na educação antirracista.

Na dissertação denominada *Tranças, turbantes e empoderamento de mulheres negras: artefatos de moda como tecnologias de gênero e raça no evento afro chic* (*Curitiba-PR*), Santos (2017) centrou-se no evento Afro chic, que acontece em Curitiba e promove ações afirmativas relacionadas ao cabelo crespo e empoderamento de mulheres negras, no qual caracteriza como uma Geração Tombamento, movimento cultural que utiliza a moda e a estética como ferramentas políticas para desconstrução de estereótipos de raça e gênero.

No estudo intitulado ‘’*Falar e Guardar Segredo: as Capulanas de Nampula* (*Moçambique*), Assunção (2018) apresenta um olhar para as capulanas na versão moçambicana dos famosos ‘’tecidos estampados africanos’’ como objeto de estudo antropológico. A intenção deste estudo é, portanto, descrever e pensar algumas composições, interações, conexões, efeitos e diferenças que as capulanas fazem-fazer na vida das mulheres da província de Nampula, no norte de Moçambique.

O Quadro 03 é referente às produções na área da educação, no qual se evidenciam onze pesquisas, sendo oito dissertações de mestrado e três teses de doutorado.

Quadro 03: Pesquisas que relacionam temática étnico racial com Educação

Título	Autor	Instituição	Ano	Área	Nível
A cultura negra na escola pública: uma perspectiva etnomatemática	Vanisio Luiz da Silva	USP	2008	Educação	D
Africanidades e juventudes: tecendo confetos numa pesquisa sociopoética	Silvia Maria Vieira dos Santos	UFC	2011	Educação	D
Educação das relações étnico-raciais: A experiência de uma escola pública estadual de Santa Catarina	Paula de Abreu Pereira	UFSC	2011	Educação	D
Etno-identificações na escola: Atos de currículo e cultura escolar na construção identitária de estudantes negros/as	Josevandro Chagas Soares	UFBA	2011	Educação	D
Africanidades: a lei n.10.639/2003 na visão de professores	Marcelo Guimarães Arruda	PUC-SP	2013	Educação	D
MULHERES NEGRAS- Tecendo identidades com cabelos e artefatos culturais: uma questão para os currículos	Claudia Regina Ribeiro Pinheiro das Chagas	UERJ	2013	Educação	T
“nossos antepassados eram africanos, então somos negros também!”: as intervenções pedagógicas na promoção das relações etnicorraciais e na constituição das identidades discentes	Tanise Muller Ramos	UFRGS	2014	Educação	T
Africanizado, matemática e resistência	Vanisio Luiz da Silva	USP	2014	Educação	
Resistência negra no círculo de cultura sociopoético: pretagogia e produção didática para implementação da lei 10.639/03 no projovem urbano	Maria kellynia Farias Alves	USP	2015	Educação	D

A tecelagem de ais no Timor-Leste e suas Implicações para a educação matemática escolar	Diogo Sávio	UFSC	2016	Educação	D
Invisibilidade negra na educação: Análises com base na experiencia de uma professora de uma escola pública de Juiz de Fora/MG	Waldeir Reis Pereira	UFJF	2016	Educação	D

Fonte: Elaboração dos os autores, 2018

Silva (2008), em sua pesquisa A cultura negra na escola pública: uma perspectiva etnomatemática, propõe investigar duas escolas da região de Pirituba, visando que contribuições a Etnomatemática pode oferecer para a reconstrução dos currículos escolares que se proponham a valorizar os supostos saberes negros.

Santos (2011), em sua dissertação *Africanidades e juventudes: tecendo confetos numa pesquisa sociopoética,* traz como objetivo entender que conceitos os jovens teciam sobre as 0africanidades a partir da realidade na qual estão inseridos, através da sociopoética potencializamos uma maior diversidade de conceitos sobre as africanidades, sugerindo algumas alternativas metodológicas para o ensino da história africana e afro-brasileira na escola.

Pereira (2011), em sua pesquisa intitulada *Educação das relações étnico-raciais: A experiência de uma escola pública estadual de Santa Catarina,* discute a democratização da educação e a promoção da igualdade racial na escola com a Lei nº10.639/03; contextualiza o campo de pesquisa, posicionando a dinâmica da escola, os sujeitos, as estratégias de mobilização e as ações na implementação da Lei.

Soares (2011), na sua pesquisa de dissertação intitulada *Etno-identificações na escola: Atos de currículo e cultura escolar na construção identitária de estudantes negros/as*, traz as questões identitárias ausentes no currículo escola, o qual é marcado pela descontextualização.

Arruda (2013), em sua dissertação *Africanidades: a lei n.10.639/2003 na visão de professores,* apresenta uma análise sobre o processo de implementação da Lein°10.639/2003, em duas escolas de Ensino Médio da rede pública estadual de São Paulo, no qual busca verificar como ocorre a inclusão do tema da História e da Cultura Africana no currículo escolar.

No estudo intitulado *Mulheres negras- Tecendo identidades com cabelos e artefatos culturais: uma questão para os currículos*, Chagas (2013) apresenta a busca de imagens de mulheres negras, para tentar contar uma história, aquela que aparece em álbuns e histórias para jovens e crianças, dando indícios de possibilidade da aplicação da lei 10.639/2003,na busca de resgata a história da África e possibilita discursões no contexto da educação étnico-cultural e racial e na desconstrução social do preconceito e da discriminação direcionada a população negra.

Ramos (2014), em sua tese "*Nossos antepassados eram africanos, então somos negros também!": as intervenções pedagógicas na promoção das relações etnicorraciais e na constituição das identidades discentes,* apresenta um estudo sobre estudos culturais em educação, buscando analisar os efeitos das práticas pedagógicas sobre as identidades discentes orientadas por uma proposta de educação das relações etnicorraciais. Com o objetivo de viabilizar e visibilizar as referidas narrativas negras, repertórios culturais negros foram inseridos nas oficinas pedagógicas organizadas para os alunos, produzindo outras formas de narrar a história e cultura do povo negro, com o fim de contrapô-las às narrativas eurocêntricas historicamente presentes na escola.

Em Africanizado, matemática e resistência, Silva (2014) propõe a investigar o uso de elementos processos e modos da cultura afro-brasileira na aprendizagem da matemática escolar,

destacando a dimensão educativa nas aulas de matemática presentes nas práticas de um grupo de resistência dentro de uma escola de samba paulistana.

Alves (2015), na sua dissertação intitulada *Resistência negra no círculo de cultura sociopoético: pretagogia e produção didática para implementação da lei 10.639/03 no projovem urbano,* traz reflexões a partir de uma experiencia de formação de professores de EJA com vistas a elaborar estratégias para fortalecer a implementação da Lei 10.639/2003 no âmbito do Projovem Urbano, na perspectiva da pretagogia, da literatura oral afrodescendente e da produção didática.

Na dissertação A *tecelagem de tais no Timor-Leste e suas Implicações para a educação matemática,* Sávio (2016) aborda aspecto da cultura do Timor-Leste com a Educação Matemática Escolar, especificamente, a investigação descreve e analisa os "tais" roupas tradicionais, com a necessidade de discussões que envolvam aspectos sociais, políticos e ou culturais nas aulas de matemática.

Pereira (2016), na sua pesquisa intitulada *Invisibilidade negra na educação: Análises com base na experiencia de uma professora de uma escola pública de Juiz de Fora/MG,* apresenta como objetivo compreender as representações de uma educadora da rede de ensino municipal de Juiz de Fora, MG, em relação aos alunos negros, tendo como base os princípios teóricos da Antropologia do Imaginário na Perspectiva de Gilbert Durand, promovendo o encontro multidisciplinar, reunindo a diversidade de conhecimentos

O Quadro 04 é referente às produções de dissertações na área de educação matemática na interface da etnomatematica e a temática racial, no qual se evidenciam doze pesquisas, destaco quatro que mais se aproximam do objeto de estudo da pesquisa "Padrões Geométricos na cultura afro-brasileira e o seu uso na sala de aula: um estudo etnomatemático" do Programa de Pós-graduação em Educação Ciências e Matemática da Universidade Federal do Pará.

Quadro 04: Pesquisas que relacionam relações étnico raciais e etnomatemática.

Título	Autor	Instituição	Ano	Área	Nível
Os tecidos de Gana como atividade escolar; uma intervenção etnomatemática para a sala de aula	Eliane Costa Santos	PUC-SP	2008	Matemática	D
Inserindo a cultura africana nas aulas de Matemática: um estudo com alunos de 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Betim (MG)	Fabiana Pereira de Oliveira	UFOP	2014	Matemática	D
Matemática e africanidades brasileiras: narrativas de Professores(as) negros(as) sobre o trabalho com relações Étnico-raciais no cotidiano escolar	Ronaldo Tomaz de Andrade Silva	UFPR	2017	Matemática	D
Estudo da simetria a partir de padrões geométricos das panarias: Pesquisa e intervenções etnomatemática para sala de aula	Maria da Conceição dos Santos França	PUC-SP	2017	Matemática	D

Fonte: Elaboração dos os autores, 2018

Santos (2008), em sua dissertação intitulada *Os tecidos de Gana como atividade escolar; uma intervenção etnomatemática para a sala de aula*, apresenta como foco central apontar um das alternativas para o ensino e aprendizagem da matemática nas escolas públicas, tornando

a sala de aula de matemática um espaço no qual a cultura está lá, entrelaçada aos saberes escolares.

Inserindo a cultura africana nas aulas de Matemática: um estudo com alunos de 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Betim (MG) (Oliveira, 2014) é uma dissertação que busca superar os obstáculos ao analisar o potencial e as limitações de uma proposta de ensino na qual a cultura africana e a Matemática sejam protagonistas, envolvendo a arquitetura vernacular africana para aprendizagem matemática de alunos de 6ª ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da periferia de Betim (MG)

No estudo intitulado *Matemática e africanidades brasileiras: narrativas de Professores(as) negros(as) sobre o trabalho com relações Étnico-raciais no cotidiano escolar*, Silva (2017) apresenta como objetivo constituir fontes históricas, tendo como base as entrevistas, conduzidas na perspectiva da metodologia de História Oral Temática e realizadas com três professores (as) negros (as) da disciplina de Matemática que atuam em escolas do Estado do Paraná, bem como de uma auto entrevista, neste trabalho se tece um sonho que é compartilhado por aqueles que compreendem que a construção de uma consciência antirracista.

França (2017), em *Estudo da simetria a partir de padrões geométricos das panarias: Pesquisa e intervenções etnomatemáticas para sala de aula,* apresenta uma articulação entre arte africana dos tecidos de Cabo Verde e o ensino de matemática, com base na simetria ortogonal, e estuda alternativa para o ensino e a aprendizagem dessa temática para alunos de bairros vulneráveis de maioria "afrodescendente".

Desses estudos extraímos informações para construção de uma perspectiva que vai além da educação com contribuições significativas nas pesquisas acadêmica de outras áreas de conhecimento, abordando cultura africana e afro-brasileira, gênero, identidade negra, possibilitando um nova visão a respeito da população negra de valorização e respeito com suas contribuições para sociedade.

O meu cerne central são as relações étnico raciais na interfase da etnomatematica, estando atreladas no ensino de matemática. Percebo que os trabalhos se propõem a entrelaça matemática e a temática racial, destaco essas pesquisas pelas abordagem e contribuições ao ensino de matemática, na construção de um entendimento acerca da produção da área com intuito de transformações no espaço escolar relacionado a cultura afro-brasileira nos saberes matemáticos.

Resultados Encontrados

A inquietude sobre as relações étnico raciais e sua relação com a etnomatemática, sendo parte do processo de instrução da sociedade brasileira, motivou a pesquisa que realizamos. Tendo como procedimento para a realização desta pesquisa levantamento de pesquisas de pós-graduação de caráter bibliográfico passando por uma trajetória diversificada, sendo denominada estado da arte.

De acordo com Haddad (2000), os estudo de tipo Estado da Arte, discute as importâncias das pesquisas como desafio de mapear e de discutir produção acadêmica em diferentes campo de conhecimento, com um recorte temporal definido e reconhecer os principais resultados da investigação, identificando temáticas e abordagens dominantes e emergentes de diferentes épocas e lugares e possíveis pesquisas futuras.

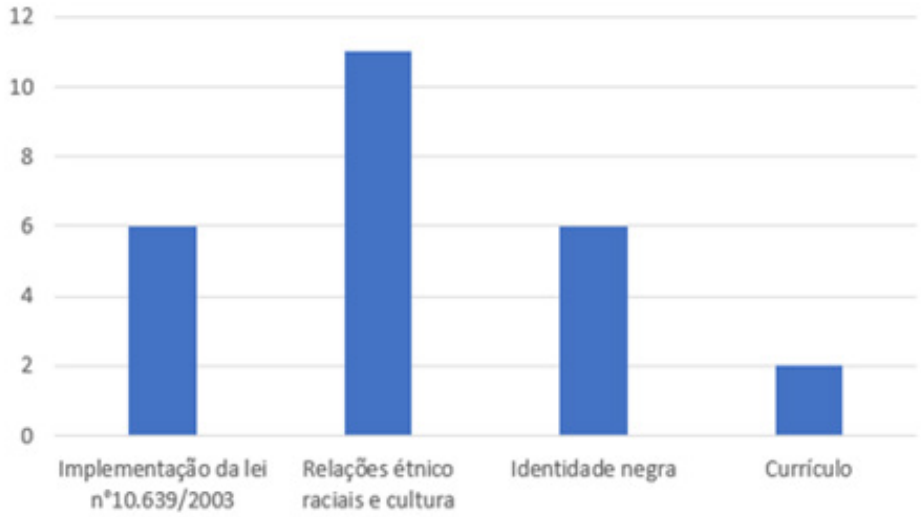
Com o levantamento das pesquisas, começamos a organização das pesquisas, dividindo por área de conhecimento para uma organização incial, posteriormente as leituras, damos início a categorização que ficaram definidas em Implementação da lei n°10.639/2003, Relações étnico raciais e cultura, Identidade negra e Currículo, adaptados a partir do trabalho de Silva,

Régis, Miranda (2018).

De acordo com os autores, e um desafio realizar um Estado da Arte sobre educação das relações étnico-raciais e trazer contribuições efetivas ao campo educacional. Desse modo as categorias adaptadas estão interligadas em muitas circunstância, tendo como principal foco discuti o ensino de história e cultura afro-brasileira e africana, na busca por uma educação antirracista, na qual está inspirando estudantes de graduação e pós-graduação na produções teóricas sobre relações étnico raciais e educação.

Assim apresentamos na Gráfico 01 os números de publicações selecionadas para analise, por categoria:

Gráfico 01: Teses e Dissertações por categoria



Fonte: Elaboração dos autores, 2018

Os trabalhos pesquisados foram identificados na seguinte ordem *Implementação da lei 10.639/2003, Relações étnico raciais e cultura, Identidade negra e Currículo.* A primeira categoria os trabalhos de Santos (2017); Oliveira (2008); Santos (2011); Chagas (2013); Arruda (2013) abordam o ensino de história e cultura afro-brasileira e africana, de acordo com a lei 10.639/2003 na qual busca o reconhecimento e valorização da identidade na história e cultura dos afro-brasileiros, bem como o reconhecimento e valorização de raízes africana. Permeiam pela aplicabilidade da lei n°10.639/2003 como ponto de convergência, buscando nos espaços escolares a desconstrução do preconceito e discriminação racial, tendo como sujeitos a juventude negra para o resgate e reconhecimento da história e cultura afro-brasileira. Salientando a história Africana e afrodescendente no Brasil sendo negada e inviabilizada em detrimento de uma cosmovisão eurocêntrica, buscando na tendo na juventude negra possibilidades para discutir ações de transformação no seu contexto atual de ensino de modo efetivo, para desconstrução social do preconceito e da discriminação racial principalmente nas escolas públicas.

A categoria *relações étnico raciais e cultura* aborda o ensino de história e cultura afro-brasileira e africana, de acordo com a resolução da CNE/CP (2004),que tem como objetivo a divulgação e produção de conhecimentos, bem como de atitudes, posturas e valores que eduquem cidadãos quanto a pluralidade étnico-racial; Bem como a garantia de reconhecimento e igualdade de valorização das raízes africanas da nação brasileira.

Dessa maneira a temática abordadas nas pesquisas de Assunção (2018); França (2017);

Oliveira (2016); Sávio (2016); Martins (2014); Oliveira (2014); Ramos (2014); Silva (2014); Pereira (2011); Santos (2008); Silva (2008).Buscam supera a invisibilidade da população negra, com abordagem em áreas diferentes que nos fazem percebem a importância de discursões e propostas sobre educação para as relações étnico raciais. Visto que termos uma lei que reger a implementação da história e cultura africana e afro-brasileira, possibilitando o rompimento hegemônico nas pesquisas com recorte racial, evidenciando discursões sociais, culturais e de gênero relacionada a temática afro-brasileira, propiciando a construção de uma nova história de afirmação da cultura negra.

Os trabalhos que permeiam categoria *Identidade Negra,* buscam por manifestação da identidade negra tendo como principal objetivo valorização da identidade e cultura afro brasileira, tendo início com políticas de ações afirmativas para a população negra. Silva (2013); Batista (2011) destaca-se em seus trabalhos a representação da identidade negra, chamado atenção da sociedade para representação negra no âmbito das artes com reconhecimento da participação de negros e negras como protagonistas nos processos artísticos e culturais brasileiros, para além da condição de meros coadjuvantes, construindo outros olhares sobre o processo de construção identitária dos negros.

Deste modo Santos (2013) e Santos (2017) apresentam uma identidade relacionada aos cabelos crespos como valorização das mulheres negras, construindo discursos de empoderamento para o enfretamento de preconceitos, estereótipos e práticas de invisibilidade construídas sobre as mulheres negras.

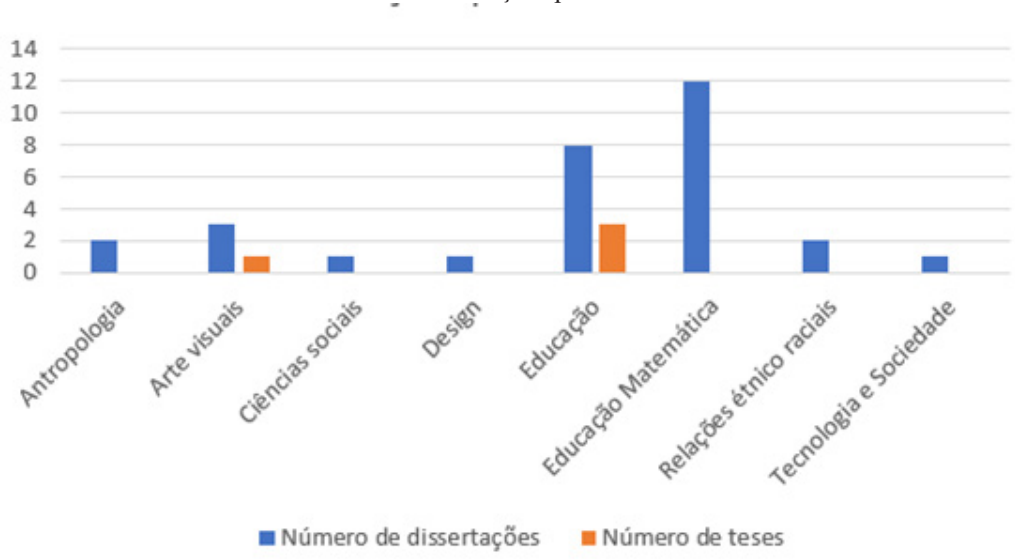
Daí a importância da construção de novos diálogos no espaços escolares para ampliação da diversidade. Conforme Silva (2017) trata em suas pesquisas narrativas de professores negros da disciplina de matemática que atuam em uma escola municipal para reflexão de uma educação antirracista que implica na desnaturalização de uma única epistemologia; Pereira (2016) colabora em seu trabalho com representações de alunos negros que são invisibilizados por educadores no processo formativo.

Já os trabalhos selecionado na categoria *Currículo Escolar,* apresentam implicações dos atos do currículo no processo identitário de estudantes e professores as dificuldades que são consequências das barreiras raciais presentes, dá a importância de desenvolver um debate curricular no ambiente escolar acerca de uma educação libertadora no qual possamos pauta uma sociedade sem distinções em critérios de raça, cultura, cor e religião a parti de cada contexto escolar.

De acordo Régis (2018) currículo é uma construção no contexto social, econômico, político e cultural no qual ele representa, sendo este uma alternativas de diferentes ações. Mais para construirmos um currículo que possam contempla todas essas alternativas são necessárias para impulsiona uma visão que não seja eurocêntrica.

De acordo com os levantamentos foram verificadas oito áreas de conhecimento, destas constata-se que a Educação Matemática é uma área dominante no recorte da temática racial apresentado um número considerável de trabalhos entre Teses e Dissertações, seguidos por Educação, Arte visuais, antropologia. É importante ressalta área da Educação Matemática que vem destacando-se com pesquisa sobre relações étnico raciais causando um grande movimento de reflexões para um educação antirracista, no qual a lei 10.639/2003 torna obrigatório a inclusão da história e cultura africana e afro-brasileira nos espaços escolares. Seguir o gráfico 02 de Teses e Dissertações por área de conhecimento.

Gráfico 02: Teses e dissertações por área de conhecimento

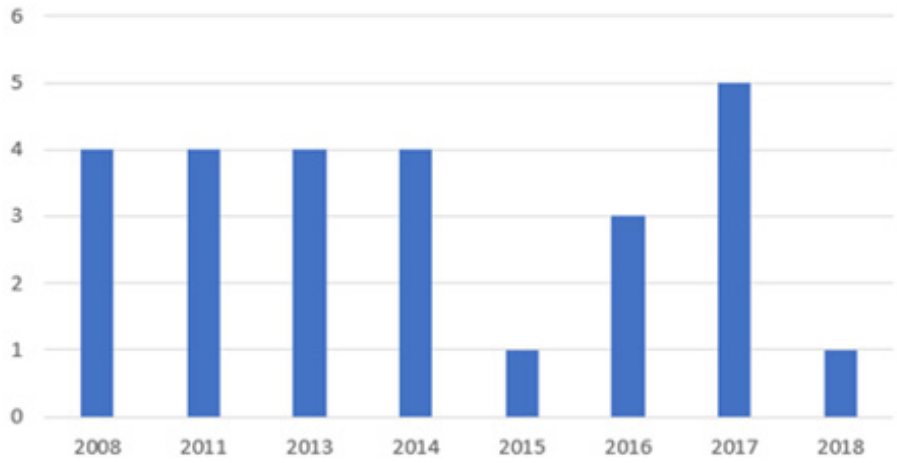


Fonte: Elaboração dos autores,2018

Conforme o gráfico acima podemos observa que Educação Matemática vem se destacando-se, salientamos que algumas pesquisas que estão inseridas na área de educação matemática fazem parte de Programa de pós-graduação em Educação.

Desta maneira o recorte temporal das produções das teses e dissertações (gráfico 03) registra o ano de 2017 com maior ocorrência de discursões sobre arte e cultura afro-brasileira nas área de educação matemática e arte com cinco trabalhos apresentados por Santos,2017; Silva,2017; França.2017; Brito,2017; Santos,2017; indicam alterações relevante no panorama de trabalhos para a temática. Os demais anos registram uma constante, tendo oscilações entre uma a quatro defesas de teses e dissertações contemplado a temática racial, quatro nos anos de 2008 (Silva; Oliveira; Silva; Santos); 2011(Batista; Santos; Pereira; Soares;); 2013(Arruda; Chagas; Santos; Silva); 2014 (Martins; Oliveira; Ramos. Silva), decrescendo para um no ano de 2015 (Alves); aumentado para três no ano de 2016 (Sávio; Pereira; Oliveira).

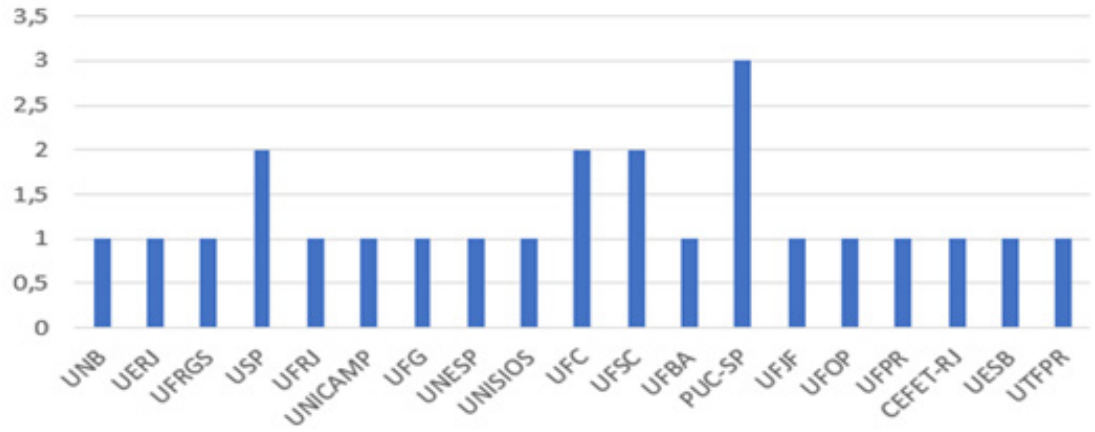
Gráfico 03: Teses e Dissertações por ano



Fonte: Elaboração dos autores, 2018

Além do recorte no período de 2008-2018 é importante perceber distribuição de produções de pós-graduação por instituições, destacando-se Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, localizada na região Sudeste com 12% de pesquisas produzidas, seguindo-se Universidade de São Paulo- USP, região Sudeste com 8% de pesquisas produzidas; Universidade Federal do Ceará- UFC, situada na região Nordeste com 8% de pesquisas produzidas, Universidade de Santa Catarina-UFSC, localizado na região Sul com 8% de pesquisa produzidas ; as demais apresentam apenas 4% de pesquisas produzidas é estão situada em sua grande maioria na região Sudeste.

Gráfico 04: Instituições de Publicações de Teses e Dissertações



Fonte: Elaboração dos autores, 2018

Dessa maneira, a partir das instituições acima identificadas, verifica-se que os programas de pós-graduação na região Sudeste representam o maior percentual de trabalhos. Destaco a região Norte sem representatividade de pesquisa que abordam a temática racial.

É relevante observamos o perfil de pesquisadores e pesquisadoras da qual foi examinado os trabalhos de acordo com os elementos que já foram abordados acima possibilitando uma aproximação no que concerne a produção do conhecimento na temática racial. No que diz respeito ao gênero foi constatando nas pesquisas analisadas que temos um número relevante de pesquisadoras mulheres, obtendo 66,66% de autora feminina e 33,33% de autoria masculina entre teses e dissertações

Considerações Finais

É importante ressalta as pesquisas denominadas estado da arte ou estado do conhecimento que são pesquisas de caráter bibliográfico, elas trazer em comum o desafio de mapear as pesquisas nos bancos de dados Capes e Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, que ainda se encontra em difícil acesso com relação aos descritores para o levantamento das pesquisas. Desta maneira, destaca-se o quanto vem ampliando as pesquisa para visibilidade da história e cultura africana e afro-brasileira, esta que por muitos anos foi deixada de lado no âmbito educacional. Podemos dizer que a inserção de pesquisas com recorte racial tem aumentado nos últimos anos não somente na área de Educação, mas nas demais áreas de conhecimentos citadas ao logo do texto. O interesse de autores e autoras em constitui trabalhos voltados para as relações étnico raciais e etnomatemática, visando repensar os valores e saberes matemáticos em diferentes contextos culturais, voltando, nosso olhar ao passado, nossa história.

Nessa perspectiva percebemos a importância de restabelecer laços com a nossa própria ancestralidade, no reconhecimento da nossa cultura, daí a necessidade de ocupamos os espaços para dialogamos sobre valorização das culturas que fizeram e fazem parte da base da formação da nossa sociedade. É podemos afirmar que só através da educação podemos contribuir na formação de alunos, pesquisadores e professores.

A parti da etnomatemática temos a possibilidade de discutir as culturas da história africana e afro-brasileira, qual permitiu verificar esses elementos, conforme as categorias na qual as pesquisas foram organizadas, tendo como entendimento de desconstrução de um pensamento racista, preconceituoso e discriminatório, tendo a lei n°10.639/2003 como meio para combater esse discurso.

Referências

ALVES, Maria Kellynia Farias. Resistencia negra no circulo de cultura sociopoetica: pretagogica e produção didática para implementação da lei 10.639/2003 no Projovem. Dissertação(mestrado) – Universidade Federal d Ceará. Fortaleza,2015.

ARROYO, Miguel G. Outros sujeitos, outras pedagogias.2. ed. Petrópolis, RJ. Vozes, 2014.

ARRUDA, Marcelo Guimarães. Africanidade: a lei 10.639/2003 na visão de professores. Dissertação 9 mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC.SP,2013.

ASSUNÇÃO, Helena Santos. Falar e guardar segredos: as capulanas de Nampula (Moçambique). Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro,2018.

BATISTA, Michelangelo Henrique. Entre a negritude e a africanidade: construção da identidade negra em Mato Grosso. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo/RS,2011.

BRASIL, Plano Nacional para Educação das Relações Étnico-raciais e para o Ensino da História Afro-brasileira e Africana.Brasilia.2009.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Educação Matemática: da teoria à prática. Campinas, SP. Papirus,1996.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Etnoamtemática – elo entre tradições e a modernidade.2. ed.1ª reimp. Belo Horinzonte:Autêntica,2005.

FRANÇA, Maria da Conceição dos Santos. Estudo da simetria a parti de padrões geométricos das panarias: Pesquisa e intervenções entomatemática para sala de aula. Dissertação9mestrado0 – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC/SP, 2017.

HADDAD, Sérgio (Coord.). O estado da arte das pesquisas em educação de jovens e adultos no Brasil: a produção discente da pós-graduação em educação no período 1986-1998. São Paulo, 2000. Disponível em: http://www.bdae.org.br/bitstream/123456789/2428/1/ejaea.pdf. Acesso em: 02 dez. 2018.

MARTINS, Edna. Linguagem Visual e panos africanos: uma abordagem gráfica a partir de estampas. Dissertação(mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2014.

OLIVEIRA, Cristiane Coppe de. Educação e Educação matemática para as relações étnico-raciais: iniciando um estudo a partir dos Anais do ENEM (2007-2013). Anais do XIV CIAEM. México,2015.

OLIVEIRA, Fabiana Pereira de. Inserindo a cultura africana nas aulas de Matemática: um estudo com alunos de 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Betim (MG). Dissertação(mestrado) – Universidade Federal de Ouro preto.2014.

OLIVEIRA, Ivaina de Fátima. A (In) visibilidade da cultura negra africana no ensino de artes visuais. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Goiás, 2008.

OLIVEIRA, Magali Silva de. O Jogo Aware nas aulas de matemática do ensino fundamental:

um estratégia para educação das relações étnicas. Dissertação (Mestrado em Relações Étnicas e Contemporaneidade) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, Bahia, 2016.
PEREIRA, Paula de Abreu. Educação das relações étnico-raciais: a experiencia de uma escola pública estadual de Santa Catarina. Dissertação (mestrado)c- Universidade Federal de Santa Catarina.SC,2011.
PEREIRA, Waldeir Reis. Invisibilidade Negra na Educação: Analises com bases na experiencia de uma professora de uma escola pública de Juiz de Fora/MG. Dissertação- Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2016.
SAVIO, Diogo. A tecelagem de Tais no Timor-Leste e suas implicações a Educação Matemática Escolar. Dissertação(mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina.SC,2016.
SANTOS, Ana Paula Medeiros Teixeira dos 2017 Tranças, turbantes e empoderamento de mulheres negras: artefatos de moda como tecnologias de gênero e raça no evento Afro Chic (Curitiba-PR). Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.Curitiba,2017.
SANTOS, Eliane Costa. Os tecidos de Gana como atividade escolar: uma intervenção etnomatemática para sala de aula. Dissertação9 mestrado) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC/SP,
SANTOS, Juliana Oliveira Gonçalves dos. LEI 10.639/2003: Revendo Paradigmas na arte/educação. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". São Paulo, 2017.
Paulista
SANTOS, Luane Bento dos. Para além da estética: uma abordagem etnomatemática para cultura de trançar cabelos nos grupos afro-brasileiros. Dissertação (Mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca,2013.
SANTOS, Silvia Maria Vieira dos. Africanidades e juventudes [manuscrito] :tecendo confetos numa pesquisa sociopoética. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza (CE),2011.
SILVA, Luciane da. Trilhas e tramas: percursos insuspeitos dos tecidos industrializados do continente africano: a experiencia da África Oriental. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, SP,2008.
SILVA, Nelson Fernando Inocêncio da. Museu afro Brasil no contexto da diáspora: dimensões contra hegemônicas das artes e culturas negras. Tese(doutorando) – Universidade de Brasilia,2013.
SILVA, Paulo Vinicius Baptista da; Régis, Kátia. Miranda; Shirley Aparecida de (Org). Educação da relações étnico-raciais: o estado da arte. Curitiba: NEAB-UFPR e Abpn,2018.
SILVA, Ronaldo Tomaz de Andrade. Matemática e africanidades brasileiras: narrativas de professores(as) negros(as) sobre o trabalho com relações étnico-raciais no cotidiano escolar. Dissertação – Universidade Federal do Paraná. Curitiba,2017.
SILVA, Vanisio Luiz da. A cultura negra na escola pública: uma perspectiva etnomatemática. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. São Paulo,2008.
SOARES, Josevandro Chagas. Etno-identificação na escola: atos de currículos e cultura escolar na construção identitária de estudantes negros/as. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal da Bahia.Salvador.2011.

lida de Sousa Peres
Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará – PPGECM/UFPA – Brasil
E-mail: elida.peres@yahoo.com.br

Erasmo Borges de Souza Filho
Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará – PPGECM/UFPA – Brasil
E-mail: erasmo@ufpa.br