

PROPONDO UM CURRÍCULO TRIVIUM FUNDAMENTADO NAS PERSPECTIVAS DA ETNOMATEMÁTICA E DA MODELAGEM

Milton Rosa

Daniel Clark Orey

PROPONDO UM CURRÍCULO TRIVIUM FUNDAMENTADO NAS PERSPECTIVAS DA ETNOMATEMÁTICA E DA MODELAGEM

Proposing a trivium curriculum grounded in an ethnomathematical and modelling perspectives

Milton Rosa
UFOP – OURO PRETO
milton.rosa@ufop.edu.br

Daniel Clark Orey
UFOP – OURO PRETO
oreydc@gmail.com

RESUMO

Existe a necessidade da proposição de um currículo baseado na etnomatemática que encoraje os professores na identificação das práticas de ensino e aprendizagem e as suas ações pedagógicas. O objetivo geral desse trabalho teórico é discutir a proposta pedagógica fundamentada no currículo Trivium proposto por D'Ambrosio, composto pela literacia, materacia e tecnoracia, que possibilita o desenvolvimento de atividades escolares embasadas na etnomatemática e na modelagem. Nesse currículo, a literacia é a capacidade que os alunos possuem de processar as informações presentes em suas vidas diárias; a materacia é a capacidade que os alunos possuem de interpretar e analisar os sinais e códigos com o objetivo de propor modelos matemáticos para encontrar soluções para os problemas enfrentados diariamente e a tecnoracia é a capacidade que os alunos possuem de utilizar e combinar diferentes instrumentos para auxiliá-los na resolução desses problemas. Nesse currículo, a numeracia também desempenha um papel importante para o seu desenvolvimento.

Palavras-chave: Literacia, Materacia, Numeracia, Tecnoracia, Currículo Trivium.

ABSTRACT

Here, the authors discuss the necessity for proposing an ethnomathematics-based curriculum that encourages teachers to identify learning-teaching practices and its pedagogical actions. The main objective of this theoretical paper is to outline a proposal grounded on D'Ambrosio's *Trivium* curriculum composed of *literacy*, *matheracy*, and *technoracy* that encourages the development of school activities based on ethnomathematics and modelling foundations. In this curriculum, literacy is the capacity students possess to process information present in their daily lives, matheracy is the capacity students possess to interpret and analyze signs and codes in order to propose mathematical models to find solutions for problems faced daily, and technoracy is the capacity students possess to use and combine different instruments in order to help them to solve these problems. In this curriculum, numeracy also plays an important role in its development.

Keywords: Literacy, Matheracy, Numeracy, Technoracy, Trivium Curriculum.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A evolução tecnológica, filosófica e cultural da sociedade atual não tem precedentes na história. Por exemplo, como a escrita evoluiu após o início da industrialização por meio dos avanços tecnológicos, a presença da matemática na vida cotidiana é cada vez mais relevante, pois os diferentes modos como os indivíduos *produzem* o conhecimento matemático tem implicações importantes para o desenvolvimento de *habilidades*¹ envolvendo a leitura, a escrita e a *numeracia*². No entanto, conhecer a matemática não significa apenas contar, calcular e dominar os seus algoritmos, pois a evolução das técnicas de numeracia, que se concentra no desenvolvimento de habilidades matemáticas básicas; como, por exemplo, medir e calcular (ZEVENBERGEN, 2002), é insuficiente para que os indivíduos possam desempenhar um papel importante na transformação social. Assim, a numeracia emergiu como uma resposta para as novas demandas sociais que emergiram no decorrer da história.

Nesse contexto, a numeracia pode ser considerada como um construto sociocultural enraizada na reflexão crítica sobre os resultados das situações-problema encontradas no cotidiano, pois permite o desenvolvimento de uma *numeracia crítica* que focaliza a utilização do conhecimento matemático de maneira reflexiva (ZEVENBERGEN, 2002). Essa abordagem está de acordo com os princípios do programa etnomatemática que é concebido como um conjunto de ideias, procedimentos e práticas matemáticas desenvolvidas pelos membros de grupos culturais distintos, como, por exemplo, os povos indígenas, as comunidades de trabalhadores, as classes profissionais e os grupos de crianças de uma determinada faixa etária (D'AMBROSIO, 1990).

Assim, a etnomatemática é um programa composto pelos membros de grupos culturais distintos (*etno*) que desenvolveram no decorrer da história, técnicas e

1 As habilidades estão associadas ao *saber/fazer*, que é a ação física ou mental que indica a capacidade adquiridas, como, por exemplo, identificar variáveis, compreender fenômenos, relacionar informações, analisar situações-problema, sintetizar, julgar, correlacionar e manipular (MORETTO, 2002).

2 A numeracia e a literacia matemática são termos sinônimos (PONTE, 1997). No contexto brasileiro, a numeracia pode ser considerada como um sinônimo da materacia, pois ambos têm o significado de alfabetização ou literacia matemática (ROSA; OREY, 2015).

estratégias (*ticas*) para que pudessem trabalhar com medidas, cálculos, inferências, comparações, classificações e diferentes maneiras de modelar os contextos social, cultural, natural, econômico, ambiental e político em que vivem (*matema*) (D'AMBROSIO, 1990). Nesses ambientes, são criadas as ferramentas matemáticas que nos auxiliam a explicar, entender, compreender e modelar os fenômenos que ocorrem em nossa vida diária.

Desse modo, a *numeracia*³ torna-se um componente essencial do programa etnomatemática, pois relaciona os conteúdos matemáticos com as situações de aprendizagem formal (acadêmicas) com os contextos informais (fora da escola). Esse ambiente possibilita o desenvolvimento de técnicas de resolução de problemas e, também, de estratégias para o desenvolvimento de um julgamento reflexivo que favoreça a análise das dificuldades enfrentadas pela sociedade (ROSA; OREY, 2015). A numeracia envolve os diferentes modos de pensar, compreender e conhecer a matemática e os seus *usos* em contextos distintos. Então, a etnomatemática é um programa que se relaciona com a descoberta e a análise dos processos de origem, transmissão, difusão e institucionalização de conhecimentos matemáticos adquiridos em contextos culturais diversos (ROSA; OREY, 2006).

Assim, a essência do programa etnomatemática é atentar para as diversas maneiras do *saber/fazer* matemático que se relaciona com as ideias, procedimentos e práticas contextualizadas por meio da utilização da literacia, materacia e tecnoracia, que são conceitos inovadores para o currículo matemático (D'AMBROSIO, 1999). Nesse sentido, reconhecemos a necessidade de considerarmos a apropriação do conhecimento matemático acadêmico por diferentes setores da sociedade, bem como as maneiras pelas quais os membros de grupos culturais distintos negociam as suas próprias práticas matemáticas (D'AMBROSIO, 2001).

Esse programa está vinculado a uma ação pedagógica que possibilita a

3 Há algumas décadas, a literacia somente era definida como a capacidade de ler e escrever. Contudo, nas sociedades *glocalizadas*, essa definição foi expandida para incluir as habilidades necessárias para que os indivíduos possam trabalhar com informações qualitativas e quantitativas e com as tecnologias (D'AMBROSIO, 2001). Assim, o desenvolvimento dessas habilidades foi responsável pelo surgimento de termos como numeracia, literacia matemática, alfabetização matemática e materacia, que podem adquirir o mesmo significado, sendo utilizados de maneira intercambiável (JABLONKA, 2003).

participação de indivíduos na transformação social, pois o desenvolvimento da literacia, materacia e tecnoracia torna-se um pré-requisito para a emancipação sociocultural dos indivíduos. De acordo com Skovsmose (2005), essa participação envolve a identificação e a modificação das condições socioculturais e ideológicas da sociedade, pois favorece a organização da vida pública em torno do envolvimento democrático.

Nesse direcionamento, a numeracia pode ser entendida como o desenvolvimento de conhecimentos que auxiliam os indivíduos na utilização de informações contidas em documentos escritos, como, por exemplo, mapas, diagramas, esquemas, agendas, jornais, revistas e livros, para que possam processar os dados e as informações que possibilitam a solução e a resolução de diferentes tipos de problemas em contextos diversos. De acordo com D'Ambrosio (2005), essa abordagem procura valorizar os conceitos de numeracia que os alunos adquirem em suas comunidades para explicar, aprender, entender e compreender como lidar criticamente e de maneira reflexiva com as situações-problema que enfrentam em sua vida diária.

Contudo, Rosa e Orey (2015) argumentam que, para que possamos atingir esses objetivos, é necessário aplicarmos propostas pedagógicas que vinculem as situações acadêmicas de aprendizagem com os contextos externos às escolas para possibilitar que os alunos possam perceber as conexões entre o conhecimento matemático com os fenômenos cotidianos. Nesse contexto, os alunos desenvolvem a sua própria numeracia que é a capacidade de utilizar o conhecimento matemático para resolver os problemas enfrentados em sua vida pessoal, social e profissional.

Assim, pretendemos buscar uma conscientização sobre o desenvolvimento do *Curriculum Trivium* para a Matemática, que pode propiciar, de maneira crítica e reflexiva, os instrumentos comunicativos, analíticos, materiais e tecnológicos necessários para a convivência no século XXI com respeito e dignidade (D'AMBROSIO; D'AMBROSIO, 2013). Esse currículo propõe uma ação pedagógica que lida com a resolução de problemas, a *modelagem matemática*⁴, o julgamento crítico e reflexivo

4 Para evitarmos repetições, os termos modelagem e modelagem matemática possuem o mesmo significado.

e, também, com o *fazer sentido* das maneiras distintas de pensar, conhecer, raciocinar e refletir sobre a matemática e as suas aplicações em contextos distintos por meio da etnomatemática.

DISCUTINDO A NUMERACIA

A educação matemática contribui para o fortalecimento de habilidades matemáticas por meio da aplicação de abordagens sociocríticas na resolução de problemas. Por conseguinte, Rosa e Orey (2015) argumentam que é importante utilizar as ideias, procedimentos e práticas matemáticas para a resolução dessas situações que estão presentes no dia a dia. Nessa abordagem, o papel dos professores para o desenvolvimento de habilidades dos alunos é uma tarefa relevante para que possam prognosticar quais técnicas e estratégias são necessárias para resolver essas situações com a utilização de sua própria numeracia.

Contudo, é necessário ressaltar que, inicialmente, o conceito de numeracia foi associado somente às habilidades direcionadas para a realização cálculos matemáticos básicos com a aplicação de técnicas matemáticas para resolver problemas que ocorrem no cotidiano e para a interpretação de informações numéricas e estatísticas, bem como para a utilização de números nas operações básicas. No entanto, essa definição foi ampliada para incluir, também, a organização de conhecimentos e comportamentos necessários para que os indivíduos possam exercer a sua cidadania (D'AMBROSIO, 2001).

Nessa perspectiva, a numeracia pode ser considerada como a capacidade que os indivíduos desenvolvem para compreenderem como o conhecimento matemático pode ser utilizado em contextos distintos (D'AMBROSIO, 2008). Por conseguinte, a numeracia pode ser definida como um conjunto de habilidades que os indivíduos desenvolvem e adquirem em suas experiências cotidianas, que lhes possibilitam conceituar, generalizar e utilizar essas informações com base em suas próprias investigações para auxiliá-los a modelarem os problemas enfrentados pela sociedade

(ROSA; OREY, 2015).

Desse modo, é necessário que esses indivíduos utilizem diferentes informações e representações para facilitar as transposições entre essas fontes com o objetivo de desenvolverem novas abordagens e estratégias para que possam lidar com situações cotidianas novas e complexas. Então, ao considerar as suas descobertas, esses indivíduos podem formular e comunicar as suas ações, reflexões, interpretações e argumentações sobre as situações-problema que enfrentam em sua vida diária. Esse contexto possibilita que a numeracia desempenhe um papel importante no desenvolvimento de cidadãos ativos, pois o conhecimento matemático é fundamental para a compreensão das desigualdades sociais por meio da evolução de suas habilidades matemáticas (ROSA; OREY, 2015).

Nesse sentido, as habilidades matemáticas também estão relacionadas com os conceitos de numeracia, que incluem a comunicação, a matematização, a representação, o raciocínio, o pensamento estratégico, bem como a utilização da linguagem simbólica e das técnicas operatórias que são consideradas como um conjunto de características desenvolvidas pelos indivíduos (TURNER, 2010-2011) em seus próprios contextos. Essas habilidades possibilitam aos indivíduos a mobilização do conhecimento associado aos processos de quantificação, ordenação, orientação e inter-relações para que possam representar as situações-problema que enfrentam diariamente (FONSECA, 2004).

De acordo com Rosa e Orey (2015), essa abordagem está relacionada com o conceito de numeracia que possibilita aos indivíduos a utilização da matemática como uma ferramenta para interagir com a sociedade, pois favorece o desenvolvimento de sua cidadania. Então, é importante enfatizar que existe a necessidade de que os professores desenvolvam essas habilidades nos alunos com base em uma reflexão crítica que possibilite a compreensão de que o conhecimento matemático contribui para o entendimento das relações entre o conhecimento matemático e a sociedade. Esses entendimentos permitem que os indivíduos se emancipem social e

culturalmente para que possam participar ativamente da sociedade e tornarem-se agentes da transformação social (SKOVSMOSE, 2005).

Nesse sentido, as diferenças entre os procedimentos e práticas matemáticas são fatores que podem influenciar o processo de ensino e aprendizagem desse campo do conhecimento, bem como a maneira pela qual os alunos aprendem os conteúdos dessa disciplina. Por conseguinte, a utilização de ideias, procedimentos e práticas matemáticas distintas oferece possibilidades para a compreensão do desenvolvimento da numeracia dos alunos, pois resulta em diferentes maneiras pelas quais a matemática é utilizada, comunicada e difundida (ROSA; OREY, 2006).

Então, para Rosa e Orey (2015), é necessário ressaltar a importância do conceito de numeracia para que possamos perceber como o conhecimento matemático não se limita apenas ao desenvolvimento de habilidades básicas e à utilização de procedimentos operatórios acadêmicos clássicos. Por outro lado, é importante que o conhecimento matemático também possibilite a evolução natural dessas habilidades para que os indivíduos saibam como utilizá-las criticamente nas situações enfrentadas diariamente, bem como refletir sobre as consequências dessa utilização para a sociedade.

Com relação ao desenvolvimento das habilidades de comunicação e de raciocínio matemático, a ênfase no trabalho sistemático e mecanizado proposto para as salas de aula é insuficiente para o desenvolvimento de habilidades matemáticas dos alunos. Então, é necessário proporcionar um ambiente educacional que inclua condições e oportunidades pedagógicas para que os alunos possam elaborar questionamentos e expressarem as suas necessidades e interesses, que estão enraizadas em suas experiências e vivências cotidianas (D'AMBROSIO, 1999).

Desse modo, o principal objetivo dessa abordagem está relacionado com o desenvolvimento de habilidades que possibilitem aos alunos a compreensão das ideias, procedimentos e práticas matemáticas por meio de um processo de domínio progressivo de sua numeracia (D'AMBROSIO, 2008). Por conseguinte, Rosa e Orey

(2015) afirmam que a proposição do currículo *Trivium* pode facilitar o desenvolvimento da numeracia dos alunos por meio da evolução de suas habilidades matemáticas, que possibilitam a resolução de situações-problema relacionadas com os contextos político, cultural, social, econômico, ambiental e tecnológico em que vivem.

DELINEANDO UM CURRÍCULO *TRIVIUM* PARA A MATEMÁTICA

As salas de aula podem ser entendidas como ambientes nos quais os alunos e professores podem estudar e valorizar as práticas matemáticas inspiradas e desenvolvidas em uma perspectiva etnomatemática (ROSA; OREY, 2006). Assim, é importante reconhecer que a etnomatemática é um programa de pesquisa que acompanha as práticas escolares. Nesse contexto, D'Ambrosio (1990) argumenta que a incorporação da perspectiva etnomatemática nas salas de aula implica na reconceitualização curricular por meio da modelagem, que pode ser utilizada como uma ferramenta para a ação pedagógica desse programa.

PERSPECTIVA DA ETNOMATEMÁTICA

O foco do programa etnomatemática está relacionado com o desenvolvimento de habilidades dos alunos por meio do estudo das ideias, procedimentos e práticas matemáticas vinculadas ao próprio contexto cultural. Então, Rosa e Orey (2006) comentam que, na ação pedagógica da etnomatemática, a numeracia relaciona-se com as habilidades que possibilitam aos alunos o desenvolvimento do raciocínio lógico utilizado em uma variedade de contextos. Essa abordagem descreve a capacidade de utilização do conhecimento matemático para resolver situações-problema e fenômenos cotidianos por meio da aplicação do senso numérico, das operações matemáticas e da interpretação de informações estatísticas.

Essa ação pedagógica propicia um equilíbrio curricular com a inserção de componentes culturais no currículo matemático. Assim, a etnomatemática pode ser concebida como um programa que visa a humanização da matemática por meio de uma abordagem filosófica e contextualizada do currículo. Nesse contexto, a numeracia

é considerada como uma abordagem interdisciplinar orientada pela aplicação de ideias, procedimentos e práticas matemáticas desenvolvidas pelos membros de grupos culturais distintos para resolverem as situações-problema que enfrentam em contextos distintos (ROSA; OREY, 2015). O programa etnomatemática também enfatiza a importância da comunidade em relação ao ambiente escolar, pois conecta a matemática com as práticas culturais desenvolvidas e utilizadas localmente.

Nesse sentido, Rosa e Orey (2015) argumentam que é necessário que o currículo escolar seja elaborado visando a valorização e a promoção do conhecimento local desenvolvido pelos membros das comunidades que interagem no contexto escolar. Por conseguinte, o objetivo dessa proposta curricular está relacionado com a transformação da matemática em um campo de estudo vivo que está vinculado às situações reais no tempo e no espaço, possibilitando que os alunos analisem e reflitam criticamente sobre os fenômenos que ocorrem em seu entorno (D'AMBROSIO, 1999). Desse modo, a comunidade escolar torna-se um ambiente que facilita a ação pedagógica dos professores, pois é nesse contexto que são encontrados os conteúdos matemáticos necessários para o desenvolvimento do currículo escolar (DAMAZIO, 2004).

O estudo conduzido por Bandeira e Lucena (2004), em uma comunidade de horticultores no nordeste brasileiro, investigou as ideias e os procedimentos matemáticos apresentados na produção e comercialização de produtos vegetais. Essa investigação possibilitou o entendimento de um conhecimento matemático específico produzido por horticultores, muitas vezes, em códigos diferentes daqueles utilizados na matemática acadêmica. Assim, Rosa e Orey (2006) comentam que os membros de grupo culturais distintos compartilham o domínio das práticas de numeracia ao utilizarem as ideias e procedimentos matemáticos desenvolvidos localmente.

Os resultados do estudo conduzido por Bandeira e Lucena (2004) mostram que os alunos se conscientizaram sobre a existência de linguagens matemáticas distintas em relação aos procedimentos de contagem, pois o conhecimento matemático adquirido

localmente pelos horticultores estava relacionado com o desenvolvimento de sua própria numeracia, que os auxiliou a entenderem a conexão entre os conhecimentos matemáticos acadêmico e local. Por conseguinte, esse currículo, elaborado em uma perspectiva etnomatemática, foi concebido por meio do desenvolvimento de ideias, procedimentos e práticas matemáticas que se originaram no contexto dos membros desse grupo, possibilitando a sua conexão com a matemática escolar.

Em outro estudo foram investigadas as especificidades de procedimentos e práticas matemáticas produzidas por trabalhadores adultos da construção civil que também eram alunos em um curso noturno de *EJA*⁵. Os resultados desse estudo mostram que o conhecimento matemático produzido e desenvolvido nos canteiros de obra tem implicações curriculares inferidas a partir do *saber/fazer* matemático desenvolvido pelos membros desse grupo. Consequentemente, os pesquisadores refletiram sobre o conhecimento matemático produzido por esses trabalhadores, pois buscaram compreender as conexões desse conhecimento local com o acadêmico ao discutirem a sua relação com os conceitos de numeracia legitimados localmente e, também, pelas escolas (DUARTE, 2004).

Nesse direcionamento, os resultados de um estudo mais recente conduzido por Cortes (2017) mostram que a etnomodelagem propiciou uma abordagem integradora do currículo matemático escolar, pois considerou os conhecimentos matemáticos local e acadêmico para que os professores e alunos pudessem compreender, de uma maneira holística e abrangente, as informações matemáticas desenvolvidas pelos membros de grupos culturais distintos que compõem a comunidade escolar. Essa pesquisa foi conduzida em salas de aula e, também, em uma feira livre, que visava entender como as práticas laborais de um feirante com relação às técnicas de numeracia relacionadas com a comercialização de produtos hortifrutigranjeiros, poderiam auxiliar os alunos na re-significação dos conceitos de funções, que estavam relacionados com essas práticas cotidianas.

Os resultados de outro estudo recente, conduzido por Pinheiro (2017),

5 Educação de Jovens e Adultos.

mostram que que uma contribuição importante do programa etnomatemática para o desenvolvimento da educação financeira de alunos Surdos que se comunicam em Libras foi evidenciar o respeito e a atenção à sua cultura e, também, às suas vivências cotidianas que foram relevantes para a promoção de uma relação significativa entre o conhecimento diário com aquele sistematizado pela escola. Dessa maneira, os procedimentos metodológicos adotados estavam relacionados com a contextualização dos fatos cotidianos por meio dos quais aspectos relevantes da numeracia desenvolvida por essa população escolar estava relacionada com o significado dos termos matemáticos utilizados na língua brasileira de sinais e negociados na prática pedagógica de sala de aula.

É importante ressaltar que esses contextos mostram que um dos objetivos do programa etnomatemática é alertar os pesquisadores e educadores sobre quais aspectos culturais da numeracia, que estão enraizados nas práticas da comunidade escolar, podem ser trabalhados em salas de aula, por meio de uma ação pedagógica que visa desenvolver um senso de relevância e valorização do conhecimento matemático desenvolvido pelos Surdos. Nesse direcionamento, a realização de pesquisas de campo etnográficas possibilitam a catalogação e a compreensão das ideias, procedimentos e práticas matemáticas dos alunos, que podem ser utilizadas na elaboração das atividades curriculares (FERREIRA, 1997).

Essas abordagens auxiliam os alunos a superarem a utilização de técnicas de memorização de fórmulas por meio de uma ação pedagógica que propicia o desenvolvimento de estratégias de acesso às diversas representações matemáticas, bem como de uma nova dimensão formativa desse conhecimento (ROSA; OREY, 2010), bem como no delineamento de uma ação pedagógica relacionada com os sistemas de conhecimento vinculados ao cotidiano dos membros de grupos culturais distintos, pois contêm ideias, procedimentos e práticas matemáticas relacionadas com a numeracia que podem ser traduzidas entre sistemas de conhecimentos diversos (ROSA; OREY, 2003).

Nessa perspectiva, D'Ambrosio (1990) argumenta que os membros de grupos culturais distintos desenvolvem tipos de numeracia diversos ou práticas matemáticas distintas que podem ser consideradas como as maneiras diferenciadas de utilizar o conhecimento matemático para que possam compreender os ambientes cultural, social, político, econômico e natural em que vivem. Nesse sentido, esses membros desenvolvem as suas próprias matemáticas e práticas de numeracia de acordo com a suas experiências e vivências cotidianas.

MATEMATIZANDO PRÁTICAS CULTURAIS

A matematização é um processo pelo qual os membros de grupos culturais distintos apresentam ferramentas matemáticas que lhes possibilitam organizar, analisar, entender, compreender e resolver as situações-problema específicas localizadas em contextos culturais específicos. Essas ferramentas possibilitam a identificação e a descrição das ideias, procedimentos e práticas matemáticas diversas por meio da esquematização, formulação e visualização de uma determinada situação-problema de diferentes maneiras, propiciando a (re)descoberta relações e a (re)significação de regularidades por meio da matematização (ROSA; OREY, 2006).

Assim, a matematização pode ser considerada como a transformação de um fenômeno do mundo real em um problema matemático, que inclui o desenvolvimento de habilidades matemáticas relacionadas com o raciocínio, com o desenvolvimento de notações, com a representação, com o vocabulário e com a utilização de algoritmos por meio da generalização e da conjecturação. Desse modo, os alunos necessitam interpretar as informações matemáticas com relação às situações-problema apresentadas (TURNER, 2010/2011) no cotidiano. Essa abordagem possibilita que o conhecimento matemático seja (re)inventado no processo de trabalhar com as situações retiradas do mundo real ao invés de ensiná-las desconectadas dos problemas que os membros de grupos culturais distintos enfrentam diariamente (ROSA; OREY, 2015).

Desse modo, a capacidade de matematizar as situações-problemas presentes na vida diária é essencial para o desenvolvimento da numeracia dos indivíduos, que podem utilizá-las de acordo com a origem das ideias, procedimentos e práticas matemáticas em contextos culturais diversos. Essa abordagem também auxilia os professores na elaboração e organização das atividades curriculares que visam orientar os alunos na utilização de habilidades para que possam descobrir padrões e regularidades, bem como compreender as suas relações e estruturas (TREFFERS; GOFFREE, 1985) do conhecimento matemático desenvolvido nesse contexto. Nesse processo, esse conhecimento é acumulado e difundido pelos membros de grupos culturais distintos, pois é um trabalho pedagógico fundamentado em uma perspectiva etnomatemática (RIOS, 2000).

Por exemplo, em 1990, a utilização de técnicas matemáticas e o seu encontro natural com a etnomatemática foi investigado por um grupo de alunos que frequentavam um curso de especialização e procuraram entender determinados aspectos do conhecimento matemático desenvolvido e empregado, pelos produtores de vinho, no sul do Brasil, na construção dos próprios barris de vinho por meio das ideias, procedimentos e práticas matemáticas transmitidas pelos antepassados italianos que imigraram para essa região brasileira no início do século XX. Os resultados desse estudo mostram que a aplicação dessa prática local trouxe um entendimento matemático sobre a construção de barris de vinho, que está relacionado com a dinâmica cultural dos produtores desse produto e que é influenciada pelo desenvolvimento de sua própria cultura (BASSANEZI, 2002). Nesse estudo, o conhecimento matemático acadêmico também foi utilizado para auxiliar os alunos na tradução dessa prática matemática com o objetivo de ampliar a compreensão das noções matemáticas dos membros desse grupo.

Em outro exemplo, as práticas matemáticas empregadas na fabricação de *ponchos* (vestimentas utilizadas como roupas) e *aguayos* (roupas utilizadas como mantilhas) confeccionadas pelos camponeses bolivianos também foram descritas e

investigadas. Os resultados desse estudo revelaram que os membros desse grupo cultural possuem um entendimento do próprio processo mental e, também, uma compreensão dos conhecimentos geométricos que são necessários para a confecção desses vestuários. Assim, enquanto esses membros realizam esse trabalho, avaliam e analisam mentalmente os resultados obtidos com o emprego de uma numeracia própria, alterando-os e modificando-os se o *modelo matemático*⁶ idealizado não estiver de acordo com as suas representações mentais que foram previamente projetadas (RIOS, 2000).

Esses dois estudos revelam que os membros de grupos culturais distintos matematizam a própria realidade de acordo com o desenvolvimento de sua materacia por meio da elaboração de modelos mentais, que podem ser percebidos como representações da realidade que são geradas por inferências culturais. Nessa abordagem, esses membros analisam, interpretam e desenvolvem os seus próprios modelos e estratégias com a utilização de seus argumentos matemáticos e de sua numeracia. Essas habilidades estão relacionadas com o conhecimento matemático, pois incluem a análise crítica desses modelos, bem como a reflexão e da análise crítica sobre esse processo (ROSA; OREY, 2015).

Nessa perspectiva, os alunos são encorajados a utilizarem os seus próprios modos para matematizarem a realidade e, portanto, é necessário respeitar as suas características socioculturais quando frequentam as escolas (BASSANEZI, 2002). Em outras palavras, o contexto cultural dos alunos deve ser respeitado para apoiá-los no desenvolvimento de sua confiança para que possam utilizar os seus conhecimentos na resolução dos problemas que enfrentam no cotidiano (ROSA; OREY, 2015). Essa abordagem proporciona aos alunos a dignidade cultural quando percebem que as suas raízes socioculturais são incorporadas ao trabalho docente desencadeado em sala de aula. Essa ação pedagógica também desenvolve a motivação dos alunos, podendo ser um dos fatores atenuantes para as suas atitudes negativas com relação à matemática (BASSANEZI, 2002).

6 Para evitarmos repetições, os termos modelo(s) e modelo(s) matemático(s) possuem o mesmo significado.

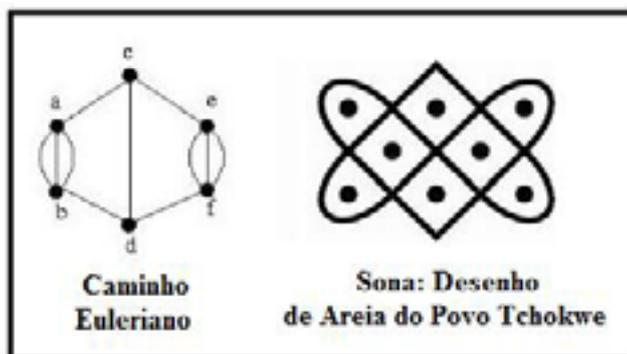
Contudo, é importante enfatizar que uma abordagem etnomatemática também foi utilizada para estudar o conhecimento matemático dos participantes do *Movimento dos Trabalhadores Sem Terra*, que visava entender como os membros desse grupo cultural estimam as áreas de terrenos irregulares e calculam o volume de troncos de madeira (KNIJNIK, 1996). Nesse processo, denominado de *cubação*, ressalta-se a relevância do desenvolvimento de modelos locais (etnomodelos) utilizados para a tradução desse conhecimento. Assim, o principal objetivo desse estudo foi buscar a valorização desse conhecimento matemático, bem como a sua utilização pedagógica nas atividades curriculares.

Similarmente, os desenhos na areia, denominados *Sona*, encontrados em Angola e Zâmbia, também foram matematizados para legitimar e valorizar essa prática cultural. Esse contexto propiciou a utilização de uma ação pedagógica que auxiliou os membros desses grupos culturais no entendimento de suas práticas locais, bem como a sua conexão com os conteúdos matemáticos por meio da elaboração de modelos fundamentados na numeracia (GERDES, 1997).

É importante ressaltar que os procedimentos matemáticos utilizados na elaboração dos Sonas são culturalmente enraizados, como, por exemplo, o processo de iteração realizado no trabalho artesanal com miçangas e os caminhos *eulerianos*⁷ encontrados nesses desenhos de areia africanos (ROSA; OREY, 2013). Por exemplo, a figura 1 mostra a semelhança entre os caminhos eulerianos e os desenhos africanos Sona.

7 Um caminho euleriano contém todas as arestas de um grafo. Porém, se um grafo contém um circuito euleriano é denominado de euleriano. Por outro lado, se um grafo não contém um circuito euleriano, mas contém um caminho euleriano é denominado de grafo semi-euleriano (WILSON, 1986). Por exemplo, o grafo presente na figura 1 é semi-euleriano.

Figura 1: Semelhança entre os caminhos eulerianos e os desenhos africanos Sona



Fonte: Rosa e Orey (2013)

Essas investigações mostram que a etnomatemática pode ser interpretada como uma base teórica que possibilita a valorização das ideias, procedimentos e práticas matemáticas desenvolvidas e utilizadas pelos membros de grupos culturais distintos para resolverem as situações-problema enfrentadas no dia-a-dia (ROSA; OREY, 2013). Nesse sentido, esse programa é um instrumento importante para a evolução das estruturas do conhecimento matemático por meio do desenvolvimento de uma ação pedagógica fundamentada culturalmente para que possa atingir os seus objetivos (FERREIRA, 1997).

Por outro lado, de acordo com Rosa e Orey (2003), a matematização é uma das etapas mais importantes no processo de modelagem porque possibilita a tradução de uma determinada situação-problema para a linguagem matemática, auxiliando no desenvolvimento da numeracia dos alunos. Desse modo, a modelagem também é considerada como uma das propostas para o desenvolvimento da ação pedagógica do programa etnomatemática, pois valoriza o conhecimento matemático desenvolvido pelos membros de grupos culturais distintos, que tem como objetivo o fortalecimento da identidade cultural desses indivíduos.

PERSPECTIVA DA MODELAGEM MATEMÁTICA

A modelagem é considerada como uma das tendências de ensino que possibilita a aproximação entre a escola e o conhecimento cotidiano, bem como é

uma das possíveis maneiras de materializar o trabalho pedagógico centrado em uma perspectiva cultural nas salas de aula. Esse aspecto também considera as explorações pedagógicas que podem conectar a matemática formal com o seu contexto histórico e cultural no currículo ministrado nas escolas (ROSA; OREY, 2006).

Desse modo, a modelagem pode ser caracterizada como a organização de estratégias de ensino que visam a (re)organização do currículo matemático para atender às demandas da sociedade contemporânea. Na perspectiva da modelagem, é necessário destacar a utilização da tradução para descrever o processo para modelar sistemas culturais locais que podem ser representados em outros contextos. No entanto, existe a necessidade de evitar que as representações matemáticas locais sejam meramente analisadas a partir de uma visão ocidental, como, por exemplo, as aplicações das classificações de simetria da cristalografia aos padrões têxteis locais. Por conseguinte, a etnomatemática utiliza a modelagem para o estabelecimento de conexões entre o quadro conceitual local com os aspectos gerais da matemática acadêmica por meio da realização de traduções entre esse dois sistemas de conhecimento (ROSA; OREY, 2013).

De acordo com esse contexto, é necessário enfatizar que os alunos precisam desenvolver habilidades que os auxiliem na compreensão da natureza da matemática como uma ciência que inclui os seus aspectos culturais e históricos, bem como o entendimento de sua utilização em outras disciplinas de maneira interdisciplinar por meio da utilização da perspectiva da modelagem nas salas de aula (ROSA; OREY, 2015). Essa ação pedagógica requer, de acordo com Treffers e Goffree (1985), a identificação de um conhecimento matemático específico em um contexto geral por meio da esquematização, formulação e visualização de problemas para a descoberta de relações e regularidades que propiciam o reconhecimento de fenômenos diversos.

Para Rosa e Orey (2006), essas habilidades podem ser aplicadas para ajustar e refinar o processo de modelagem por meio de representações e de relações para provar regularidades e, também, para integrar e generalizar a elaboração dos modelos. Então,

é importante ressaltar que o conhecimento matemático se origina de práticas sociais decorrentes das relações socioculturais e da resolução de problemas enfrentados em contextos distintos. Para D'Ambrosio (1990), essa abordagem holística possibilita que os indivíduos envolvidos nesse processo compreendam a matemática como um sistema retirado da própria realidade para que possam entender a inter-relação entre os componentes desses sistemas.

UM CURRÍCULO TRIVIUM PARA A MATEMÁTICA: LITERACIA, MATERACIA E TECNORACIA

Para que possamos valorizar a dignidade cultural dos indivíduos e estarmos preparados para a plena participação na sociedade, é necessário que os conteúdos oferecidos pelo currículo matemático tradicional sejam modificados, pois as atividades curriculares estão, praticamente, desvinculadas do cotidiano que os alunos vivenciam. De modo semelhante, a numeracia significa mais do que contar, medir, classificar e comparar, pois não se limita ao desenvolvimento de conceitos matemáticos e geométricos acadêmicos tradicionais, incluindo, também, a capacidade que os indivíduos possuem para lidar com mapas, gráficos e tabelas (D'AMBROSIO, 2001).

Essa abordagem se relaciona com o desenvolvimento do conhecimento matemático de uma maneira crítica e reflexiva através da utilização de ferramentas numéricas, estatísticas e probabilísticas, bem como por meio do emprego de medidas para resolver as situações-problema, propiciando para os alunos o desenvolvimento da cidadania para a sua atuação na sociedade moderna (PONTE, 1997). Assim, existe a necessidade de que a Educação Matemática possibilite que os alunos lidem com os instrumentos comunicativos, utilizem os instrumentos analíticos e estejam conscientes da capacidade e adequação dos instrumentos materiais e tecnológicos, que são essenciais para o exercício dos direitos e deveres necessários à prática da cidadania, bem como para a leitura crítica e reflexiva dos fenômenos que ocorrem na sociedade.

Assim, para D'Ambrosio (2007a), a etnomatemática se encaixa nessa ampla visão

da educação, pois esse programa está relacionado com a história e a epistemologia, tendo implicações pedagógicas importantes para o desenvolvimento curricular que é desencadeado em salas de aula. Esse currículo pode ser considerado como uma resposta educacional às expectativas de eliminar e/ou reduzir as desigualdades e as violações da dignidade humana, pois esse é o primeiro passo para que possamos alcançar a justiça social.

Desse modo, nessa nova dimensão de currículo escolar, D'Ambrosio (1999) argumenta que é necessário propor uma reconceitualização curricular fundamentada em uma nova proposta baseada no *Currículo Trivium para a Matemática*, composta pela literacia (instrumentos comunicativos), materacia (instrumentos analíticos) e tecnoracia (instrumentos materiais e tecnológicos).

LITERACIA: UTILIZANDO INSTRUMENTOS COMUNICATIVOS

Literacia é a capacidade que os indivíduos possuem para processarem e recuperarem as informações escritas e faladas, que estão disponibilizadas em seu cotidiano por meio da aplicação de técnicas de leitura, da escritura, das representações, dos cálculos e, também, com a utilização de diversos meios de comunicação como a internet. Assim, a literacia está relacionada com a utilização de instrumentos comunicativos, pois é a capacidade dos indivíduos se comunicarem por meio do diálogo, do *ecálogo*⁸ e da mídia, que estão presentes na vida diária (D'AMBROSIO, 2005).

Por exemplo, no contexto do ambiente virtual de aprendizagem, D'Ambrosio (1998) argumenta que o *ecálogo* pode ser representado por *hekas@longe+logos@palavra* enquanto para Rosa e Orey (2015), esse tipo de comunicação pode ser

⁸ O *ecálogo* é um analogismo utilizado por D'Ambrosio (1998) em suas aulas virtuais sobre etnomatemática, que foram ministradas para a *Universidade Virtual Latinoamericana* (UVLA). Nessa analogia, *hekas* é um termo grego, cujo significado se relaciona com os indivíduos que se comunicam de longe, pois estão separados em virtude da distância enquanto *logos* é um termo grego que significa a palavra, o discurso e a razão. É importante ressaltar que os filósofos gregos, como, por exemplo, Platão, também utilizaram o termo *logos* para denominar as palavras faladas, bem como as palavras não ditas, que ainda estão na mente dos indivíduos e que estão relacionadas com a razão.

realizado de maneira síncrona e assíncrona com a utilização dos recursos da internet. Assim, Menezes e Santos (2001) afirmam que, nesse ambiente, a comunicação assíncrona não ocorre exatamente ao mesmo tempo, pois não é simultânea, sendo que a mensagem emitida é recebida e respondida posteriormente como na utilização do correio eletrônico (emails) e dos fóruns de discussão. Por outro lado, a comunicação síncrona ocorre exatamente ao mesmo tempo, de maneira simultânea, pois as mensagens emitidas são imediatamente recebidas e respondidas, como, por exemplo, nas conferências telefônicas e nas web/videoconferências.

Assim, a literacia pode ser entendida como a capacidade de processar e criar informações que facilitam a realização de atividades da rotina diária, que incluem as ações de verificar preços, tabelas e horários, bem como utilizar as unidades de medida e executar as operações matemáticas, incluindo também o desenvolvimento de habilidades relacionadas com a numeracia, como, por exemplo, a interpretação de gráficos e tabelas, bem como a compreensão da linguagem condensada dos códigos e números, que pode ser alcançada por meio da utilização de recursos tecnológicos, como, por exemplo, as calculadoras, os *softwares* e os computadores (D'AMBROSIO, 2007b).

Nesse contexto, a literacia é um processo que possibilita aos indivíduos gerirem as rotinas cotidianas, bem como obterem acesso às informações por meio da utilização dos instrumentos comunicativos necessários para que possam se tornar cidadãos funcionais na sociedade (ROSA; OREY, 2015). Assim, a literacia pode ser compreendida por meio de diferentes dimensões, como, por exemplo:

- Literacia escolar: os indivíduos têm o direito de desenvolver habilidades relacionadas com a leitura, a escrita, a contagem e os estudos sociais (D'AMBROSIO, 2008).
- Literacia comunitária: os indivíduos têm a capacidade de desenvolver uma apreciação e compreensão das tradições comunicativas locais e específicas de suas comunidades (D'AMBROSIO, 2008).
- Literacia nacional: os indivíduos desenvolvem habilidades que são influenciadas pelos ambientes social, cultural, político, econômico e natural, possibilitando-lhes o aperfeiçoamento de

seus direitos, deveres e responsabilidades com relação à sua comunidade, à sociedade e à sua nação (ROSA; OREY, 2015).

- Literacia global: é a capacidade de os indivíduos identificarem, interpretarem, analisarem, sintetizarem, criarem, utilizarem, comunicarem e compartilharem novos conhecimentos por meio da palavra escrita, da multimídia e das tecnologias de comunicação para que possam compreender os membros de outras culturas, que se comunicam em outras línguas, pois visa o funcionamento de comunidades democráticas em contextos internacionais (KEENGWE, 2018).

Essas dimensões estão inter-relacionadas e moldam o caráter e a personalidade dos indivíduos que resultam no desenvolvimento de uma consciência crítica e de uma postura reflexiva diante do conhecimento, das crenças e das tradições próprias de cada cultura. Por exemplo, com relação às práticas pedagógicas, D'Ambrosio (2008) argumenta que as atividades curriculares relacionadas aos estudos sociais devem se iniciar com a história da família e da comunidade dos alunos, pois tem como objetivo a busca de sua identidade sociocultural.

Esse mesmo raciocínio pode ser aplicado ao currículo matemático, pois os professores podem iniciar as suas atividades curriculares com a utilização do contexto cultural dos alunos com o objetivo de explorar as ideias, procedimentos e práticas matemáticas locais em sua ação pedagógica visando empoderá-los no processo de ensino e aprendizagem em matemática (ROSA, OREY, 2015). Assim, a literacia, na perspectiva etnomatemática, é entendida como a integração dos contextos escolar e da comunidade por meio de uma dinâmica cultural que propicia aos alunos a troca de conhecimentos acadêmico e local através do intercâmbio de informações originadas no próprio contexto cultural (ROSA; OREY, 2006).

Então, é importante ressaltar que o principal objetivo da etnomatemática é mostrar que existem maneiras, técnicas e habilidades distintas (*ticas*) para explicar, entender, lidar e conviver (*matema*) em contextos naturais e socioeconômicos distintos (*etnos*) (D'AMBROSIO, 2001). Conseqüentemente, a etnomatemática é um programa que estuda as diferentes matemáticas por meio de uma ação pedagógica que auxilia os alunos a lidarem com as distintas formas do *saber/fazer* e com as diversas literacias, pois é um ato social fundamentado nas raízes culturais e nas

práticas sociais da matemática (ROSA; OREY, 2015).

Na perspectiva da modelagem, os professores orientam os alunos para selecionarem um tópico por meio de interações dialógicas. Os temas são abrangentes, possibilitando aos estudantes a exploração da matemática e de sua criatividade em ambientes distintos. Contudo, essa implementação deve ser precedida por uma investigação etnográfica das ideias, procedimentos e práticas matemáticas originadas em contextos diversos que possuem relação com os aspectos socioculturais da comunidade escolar. Desse modo, o trabalho em sala de aula deve ser realizado a partir de pesquisas de campo desenvolvidas pelos próprios alunos com o auxílio dos professores. É importante que essas pesquisas, realizadas no âmbito do contexto sociocultural da comunidade, versem sobre temas relevantes para os alunos e, também, para as comunidades (FERREIRA, 1997).

Ressalta-se sobre a relevância de que os alunos se comuniquem de diversas maneiras, como, por exemplo, com a utilização da linguagem falada e escrita, de sinais, símbolos e gestos e, também, com a utilização de códigos e números (D'AMBROSIO; D'AMBROSIO, 2013), bem como por meio de recursos visuais, virtuais e mídias diversas. Nessa abordagem, os alunos podem analisar, interpretar, entender, compreender, processar e responder aos estímulos oferecidos pelo estudo dos fenômenos enfrentados em seu dia a dia. Essas habilidades estão relacionadas com o desenvolvimento dos instrumentos comunicativos da literacia.

Nesse processo, de acordo com Rosa e Orey (2006), os professores discutem os temas gerados pelos alunos para combiná-los em categorias, como, por exemplo, a indústria, a agricultura, a economia, a ecologia, a política, a inflação, o crescimento urbano, o consumo, a medicina, a tecnologia, a produção, a poluição, as eleições, as políticas educacionais, a saúde e os problemas com o meio ambiente. Por outro lado, os alunos precisam interagir com o tema escolhido, coletando dados através de pesquisa de campo, investigando materiais na internet, nas bibliotecas escolares, nos journals e em revistas especializadas, bem como conduzir entrevistas com especialistas

sobre o tema abordado. O acesso aos dados qualitativos e quantitativos é importante para auxiliar os alunos na formulação de questões ou hipóteses relacionadas com a temática escolhida.

Assim, Rosa e Orey (2010) afirmam que após a criação de um banco de dados inicial, os alunos devem ser assistidos para iniciarem a busca de informações e padrões para que possam se familiarizar com o tema escolhido, pois essa abordagem os auxilia a responderem a questão de investigação proposta. Desse modo, essa abordagem desencadeia uma ação transformadora na comunidade escolar. Para D'Ambrosio e D'Ambrosio (2013), esse processo desenvolve nos alunos as suas habilidades de literacia através de maneiras distintas de obterem as informações, como, por exemplo, pelos instrumentos mediáticos clássicos (livros, rádio, televisão, jornal), pelas ferramentas mediáticas recentes (blogs, youtube, podcasts) e, também, pelas redes sociais (twitter, facebook, podcamp), que podem auxiliá-los no desenvolvimento do processo de tomada de decisões. Essas mídias distintas auxiliam os alunos a se comunicarem em suas diversas formas e em seu sentido mais amplo.

MATERACIA: UTILIZANDO INSTRUMENTOS ANALÍTICOS

A materacia é a capacidade que os indivíduos possuem para interpretar, analisar e gerenciar os sinais e códigos, propor e utilizar os modelos e as simulações na vida cotidianas, bem como elaborar abstrações sobre as representações da realidade (D'AMBROSIO, 2007b). Essa capacidade possibilita que os alunos encontrem soluções para os problemas que representam os sistemas retirados de sua realidade. De acordo com Zeenbergen (2002), essa abordagem também auxilia os alunos no desenvolvimento de sua competência estatística, que é a capacidade de coletar, ler, entender, propor hipóteses, inferir, produzir e interpretar os dados para avaliar a sua validade e, também, para tirar conclusões necessárias para a tomada de decisões.

Esse contexto possibilita que a materacia possibilite a utilização de instrumentos simbólicos e analíticos que podem auxiliar os alunos no desenvolvimento de sua

criatividade, permitindo-lhes entender e resolver as situações-problema encontradas em seu dia a dia (D'AMBROSIO; D'AMBROSIO, 2013). Nesse processo, a materacia propicia o desenvolvimento da análise das relações entre as variáveis consideradas essenciais para a compreensão dos fenômenos estudados, por meio da elaboração de modelos, com a utilização dos procedimentos e conteúdos matemáticos encontrados *dentro e fora* do ambiente escolar (ROSA; OREY, 2010).

Em uma perspectiva etnomatemática, a materacia pode ser descrita como o desenvolvimento de habilidades que capacitam os alunos a se conscientizarem sobre a maneira como os membros de grupos culturais distintos explicam as suas crenças, tradições, mitos, símbolos, bem como desenvolvem os conhecimentos científico e matemático. Esse processo viabiliza a alocação de diversas materacias que estão relacionadas com a elaboração de modelos e representações e, também, para a confecção de *artefatos* culturais que podem propiciar a expansão do entendimento de contextos distintos por meio do desenvolvimento de *mentefatos* e *sociofatos* (ROSA; OREY, 2015).

De acordo com Huxley (1955), os artefatos, mentefatos e sociofatos são três componentes essenciais para o desenvolvimento de uma determinada cultura. Os *artefatos* são objetos culturais que propiciam as ferramentas materiais necessárias para o desenvolvimento de vestimentas, abrigos, defesas e transportes, bem como os auxiliam os membros desses grupos na resolução dos problemas diários com a utilização de técnicas e estratégias científicas e matemáticas (FELLMAN, GETIS; GETIS, 1990). De acordo com D'Ambrosio (2005), os *artefatos* são considerados como ferramentas, aparelhos e instrumentos de observação. Por exemplo, Rosa e Orey (2015) afirmam que os *artefatos* são confeccionados por meio do conhecimento matemático local encontrado em contextos culturais distintos por meio de materacias distintas desenvolvidas em contextos diversos. Desse modo, Huxley (1955) argumenta que os *artefatos* são as manifestações técnicas e materiais de uma determinada cultura, como, por exemplo, os sistemas de tratamento da terra, a ferramentas

utilizadas no campo e a organização da produção agrícola.

Os *mentefatos* referem-se às ideias, valores e crenças compartilhadas de geração em geração, como, por exemplo, a religião, a língua, os pontos de vista, as leis e os conhecimentos desenvolvidos e difundidos pelos membros de grupos culturais distintos. Os *mentefatos* também estão relacionados com os sistemas de conhecimento que são expressos em formas diversas de comunicação que compõem a base do processo de socialização. Assim, os *mentefatos* informam os membros desses grupos para que se organizem de acordo com o seu próprio sistema de explicações científicas e matemáticas, crenças e tradições (ROSA; OREY, 2015).

Nesse sentido, o *empoderamento* dos indivíduos está relacionado com o desenvolvimento de *mentefatos* por meio da teorização sobre os eventos e fenômenos que ocorrem no cotidiano, direcionando-os para o desenvolvimento de estratégias e ações para que possam resolver as situações-problemas que confrontam em seu dia a dia (D'AMBROSIO, 2008). Assim, os *mentefatos* são os elementos centrais e mais duradouros de uma determinada cultura, pois incluem a língua, os mitos, as tradições artísticas e o folclore (HUXLEY, 1955). Para D'Ambrosio (2005), os conceitos e as teorias que compõem os *mentefatos* são denominados de instrumentos de análise.

É importante ressaltar que, Rosa e Orey (2015) argumentam que, em qualquer contexto social, os membros de grupos culturais distintos também desenvolvem os seus aspectos sociais, denominados de *sociofatos*, que são as estruturas e organizações que influenciam o comportamento social e o desenvolvimento de *saberes* e *fazer* científico e matemático de seus membros. Os *sociofatos* incluem a convivência nas famílias, nos governos, nos sistemas educacionais, nas organizações esportivas, nos grupos religiosos e em qualquer outro agrupamento destinado a desenvolver atividades socioculturais específicas.

Por conseguinte, o sistema sociológico de uma cultura pode ser considerado como um conjunto de padrões esperados e aceitos pelas relações interpessoais que estão relacionadas com os aspectos econômico, político, militar, religioso e,

também, pelos parentescos e outros tipos de associações (FELLMAN et al., 1990). Esses aspectos socioeconômicos definem a organização social desses grupos porque regulam a função dos indivíduos em relação aos demais membros dessas culturas. Por exemplo, Huxley (1955) afirma que os *sociofatos* são os aspectos relacionados com os vínculos entre os indivíduos e os grupos sociais, como, por exemplo, as estruturas familiares, os comportamentos reprodutivos e sexuais, além dos sistemas políticos e educativos.

Por outro lado, a *materacia* também pode ser definida como uma reflexão crítica sobre a humanidade e a sociedade. Nessa perspectiva, a *materacia* se refere à compreensão e ao significado de habilidades matemáticas, bem como ao entendimento de habilidades necessárias para que os indivíduos possam interpretar e agir em situações sociais, políticas e econômicas, que são estruturadas matematicamente (SKOVSMOSE, 2005). Por conseguinte, o conceito de *materacia* é mais amplo do que a aquisição de habilidades matemáticas básicas porque também inclui a utilização da *literacia* e da *numeracia*, que propiciam o desenvolvimento do raciocínio matemático (D'AMBROSIO, 1999).

No contexto da modelagem como uma ação pedagógica para o programa etnomatemática, a *materacia* pode ser considerada como a capacidade de interpretar, manipular e manusear os sinais, os símbolos e os códigos, bem como propor a elaboração e a utilização de modelos na vida cotidiana (ROSA; OREY, 2015). Essa abordagem possibilita que os alunos tenham acesso a um conjunto diversificado de códigos e símbolos que é essencial para o processo de tomada de decisão na elaboração de modelos para que possam compreender e apresentar soluções para os problemas enfrentados diariamente. No entanto, a solução desses modelos requer a utilização de técnicas e estratégias matemáticas que, na maioria das vezes, não estão disponíveis nas escolas (FERREIRA, 1997), pois são desenvolvidas em contextos culturais distintos.

Nesse sentido, existe a necessidade de que os professores atuem como

mediadores do processo de ensino e aprendizagem, equipando os alunos com as estratégias matemáticas e as ferramentas tecnológicas para auxiliá-los na elaboração dos modelos propostos com a utilização de códigos e símbolos relacionados com as situações-problema encontradas no cotidiano. Por conseguinte, é importante enfatizar que esses códigos e símbolos matemáticos não são universais e nem permanentes, pois estão enraizados na vida diária dos membros de grupos culturais distintos (ROSA; OREY, 2015).

Nesse contexto, os modelos podem ser utilizados como uma base para a tomada de decisões, podendo transformar a matemática em um poder político socialmente abrangente (SKOVSMOSE, 2005). Desse modo, a matemática pode ser utilizada como um instrumento para desenvolver as ações políticas que consideram a relação entre a matemática, o ambiente cultural e os currículos escolares que estão direcionados para o desenvolvimento da cidadania (D'AMBROSIO, 1990). Assim, é necessário utilizar os modelos para realizar previsões e análises, bem como propor um plano de ação de reformulação curricular cultural para a comunidade escolar (ROSA; OREY, 2006).

Nesse sentido, o currículo matemático escolar pode ser considerado como um plano por meio da qual os alunos se tornam conscientes de um conjunto distinto de modelos retirados da realidade, que estão enraizados em situações concretas e problemas que ocorreram no decorrer da história. Desse modo, Rosa and Orey (2013) argumentam que os modelos são estruturados de acordo com os seus próprios códigos, simbologias e métodos por meio da utilização de uma linguagem específica cujo principal objetivo é a descrição do mundo como representações aproximadas da realidade. Então, a matemática propicia uma compreensão de fatos e fenômenos, que tem como foco uma reflexão crítica e aprofundada da sociedade por meio da elaboração de modelos durante o processo de modelagem.

TECNORACIA: UTILIZANDO INSTRUMENTOS MATERIAIS E TECNOLÓGICOS

A tecnoracia é a capacidade que os indivíduos possuem para utilizar e combinar, de maneira crítica, diferentes ferramentas tecnológicas e instrumentos materiais, das mais simples às mais complexas, inclusive o próprio corpo, bem como avaliar as suas possibilidades e limitações para o atendimento das adequações às necessidades em situações cotidianas diversas. Assim, a tecnoracia pode ser considerada como a familiaridade crítica e reflexiva dos indivíduos com os instrumentos tecnológicos e as ferramentas materiais (D'AMBROSIO, 1999). Nessa perspectiva, o desenvolvimento da tecnoracia possibilita a utilização desses instrumentos pelos indivíduos para que possam avaliar as diversas formas de apresentar e representar as ideias, procedimentos e práticas matemáticas, bem como avaliar a razoabilidade dos resultados e de sua contextualização (ZEVENBERGEN, 2002).

Como a sociedade contemporânea é altamente tecnológica, a tecnoracia tem um papel importante, pois auxilia os indivíduos a atuarem sobre o mundo utilizando ferramentas materiais e instrumentos tecnológicos para resolverem os problemas enfrentados diariamente. A importância do conhecimento tecnológico se manifesta na necessidade de que os alunos possuem para utilizar os recursos tecnológicos disponíveis para a solução das situações-problema propostas nas salas de aula (D'AMBROSIO, 2008). No entanto, é importante que as situações-problema utilizadas sejam contextualizadas para que possibilitem aos alunos o emprego de estratégias para resolvê-las com a aplicação de sua própria tecnoracia.

Em uma perspectiva etnomatemática, a tecnoracia pode ser considerada como uma característica importante dos conhecimentos científico e matemático (*mentefatos*), bem como a sua reificação como *artefatos* tecnológicos e materiais que traduzem as maneiras de os indivíduos lidarem com os ambientes natural, social, cultural, político e econômico (*sociofatos*). Esses ambientes facilitam a incorporação de diversos modos de explicações, de crenças, de tradições, de mitos e da utilização de símbolos (D'AMBROSIO, 2008) através do emprego de instrumentos tecnológicos

e ferramentas materiais desenvolvidas localmente.

No processo de modelagem, Rosa e Orey (2015) afirmam que a tecnocracia pode ser entendida como a utilização de diferentes ferramentas tecnológicas e materiais que incluem as calculadoras, os computadores, os *softwares*, os programas computacionais e os simuladores. No entanto, é importante ressaltar que a ênfase na solução de modelos não pode ser realizada com a utilização de uma técnica ou uma teoria específica, pois a sua interpretação pode ser realizada analítica, geométrica, gráfica e algebricamente ou com a utilização de ferramentas matemáticas apropriadas para cada situação.

Então, a elaboração de modelos é desenvolvida de acordo com as ferramentas matemáticas desenvolvidas e utilizadas em contextos culturais distintos. Nesse processo, é necessário que os alunos desenvolvam a sua capacidade crítica para que possam refletir holisticamente sobre as consequências da utilização inadequada desses materiais e ferramentas tecnológicas. Nesse sentido, é necessário que os alunos sejam capazes de desenvolver e elaborar modelos para utilizá-los na resolução de problemas relacionados com a poluição urbana (resíduos residenciais e industriais) e ambientais (poluição do ar, da água, do solo, sonora e visual), bem como desenvolver um senso crítico, reflexivo e de responsabilidade com o consumo (D'AMBROSIO, 2008).

De acordo com o desenvolvimento de sua base teórica, o programa de etnomatemática postula uma proposta política incorporada à ética, que se concentra na recuperação da dignidade cultural dos membros de grupos culturais distintos. Com o avanço e a evolução dos recursos tecnológicos e materiais, a matemática pode desenvolver nos indivíduos a capacidade de realizar previsões por meio das elaborações de modelos. Assim, é inegável os benefícios e as possibilidades em relação à utilização de tecnologias para melhorar a qualidade de vida da população (D'AMBROSIO, 2008).

O alinhamento da tecnologia com as habilidades de literacia e da numeracia auxilia

os professores a incluírem a problematização e o questionamento no desenvolvimento do currículo escolar, bem como possibilita a utilização das técnicas de modelagem em uma perspectiva etnomatemática no processo de ensino e aprendizagem em matemática. Conseqüentemente, é importante percebermos a numeracia como um aspecto importante da tecnocracia, pois pode ser entendida como uma consciência social refletida nas práticas culturais dos indivíduos, que perpassam os mundos real e da matemática acadêmica em toda a sua diversidade (ROSA; OREY, 2003).

Finalizando, é necessário ressaltar que os instrumentos comunicativos, analíticos e materiais/tecnológicos podem ser utilizados para modelar e representar as situações-problema cotidianas por meio da produção de *artefatos*, *mentefatos* e *sociofatos*. Nesse currículo, Rosa e Orey (2015) argumentam que os diálogos críticos e reflexivos são desencadeados com a utilização de instrumentos comunicativos que lidam com os códigos e os símbolos por meio do emprego de instrumentos analíticos *corporificados* nas ferramentas materiais e tecnológicas, que podem ser consideradas como objetos matemáticos que representam os elementos produtivos presentes em suas relações com a sociedade ao modelar, representar, produzir e difundir o conhecimentos matemático.

Desse modo, os *artefatos*, *mentefatos* e *sociofatos* exemplificam o desenvolvimento da corporificação distribuída em contextos distintos. Por exemplo, Kim e Reeves (2007) argumentam que a utilização desses instrumentos materiais pode ser definida como uma base teórica que fornece percepções sobre como o meio ambiente e os seus sub-componentes podem ser utilizados nos processos de ensino e aprendizagem em matemática. De acordo com D'Ambrosio (1999), o currículo *trivium* está desvinculado da inserção de novas disciplinas nos currículos escolares, pois pode ser considerado com um modo inovador para organizar estratégias pedagógicas que estejam em consonância com as descobertas matemáticas e científicas dos membros de grupos culturais distintos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As manifestações do *fazer* relacionadas com os procedimentos e as práticas matemáticas desenvolvidas localmente a partir das necessidades dos membros de grupos culturais distintos são incorporadas à sua realidade em forma de *artefatos* (D'AMBROSIO, 1990), que proporcionam a sua identificação por meio da evolução de características, como, por exemplo, os códigos, os signos e a linguagem visual, que estão relacionadas com o desenvolvimento da própria numeracia.

Por outro lado, as manifestações do *saber* relacionadas com o desenvolvimento das ideias e noções originadas localmente, como, por exemplo, os valores, os princípios e as concepções de vida são incorporadas à realidade dos membros de grupos culturais distintos em forma de *mentefatos* (D'AMBROSIO, 1990), que propiciam a exteriorização de conceitos que podem ser interpretados de acordo com contextos diversos, auxiliando esses membros no desenvolvimento de sua literacia.

Assim, as manifestações do *saber/fazer* formam a base teórica do programa etnomatemática, pois justificam a corporificação do conhecimento nos *artefatos* que podem ser considerados como recursos materiais incorporados e/ou corporificados, cujos materiais são entendidos como fonte de cognição e de apreensão do conhecimento situado e compartilhados em processos de percepção/ação. Dessa maneira, as ações realizadas pelos membros de grupos culturais distintos estão vinculadas ao desenvolvimento dos *artefatos* utilizados em suas atividades diárias, que são constantemente adaptados para estruturar o desenvolvimento das tarefas cotidianas (ROSA; OREY, 2015).

Nesse sentido, D'Ambrosio (1999) argumenta que esses membros agem em função de sua capacidade sensorial para responder aos estímulos materiais (*artefatos*) e, também, de sua imaginação, muitas vezes, denominada de *criatividade*, que responde ao desenvolvimento de sua abstração (*mentefatos*). Assim, o processo de geração, sistematização e difusão dos *saberes* e *fazer*s desenvolvidos pelos membros desses grupos pode ser entendido por meio da elaboração dos *artefatos* e da

evolução dos *mentefatos* (D'AMBROSIO, 1990), que possibilitam o desenvolvimento e a utilização de sua numeracia.

Nesse contexto, Rosa e Orey (2015) assertam que o currículo *trívium* possibilita aos professores a exploração das raízes culturais dos alunos com a utilização de abordagens holísticas na ação pedagógica do programa etnomatemática. Por conseguinte, é necessário ampliar a discussão com relação à esse currículo no contexto da Educação Matemática, explorando o conceito de *literacia*, que é a capacidade de os alunos utilizarem os sinais, os códigos e o raciocínio matemático para que possam propor, elaborar e avaliar os modelos que representam as situações-problema ou os fenômenos cotidianos.

Existe também a necessidade de investigar o conceito de *materacia* para possibilitar que os alunos utilizem os sinais e códigos próprios desenvolvidos em cada cultura para que possam responder às demandas das atividades diárias, bem como compreender e organizar o contexto sociocultural de acordo com as próprias visões de mundo. Por conseguinte, Rosa e Orey (2015) argumentam que o conhecimento matemático mecânico e instrumental é insuficiente para que os alunos possam desenvolver uma atitude crítica e reflexiva para compreenderem as situações-problema e os fenômenos que enfrentam diariamente.

Para Skovsmose (2005), essa abordagem propicia o desenvolvimento de questionamentos críticos e reflexivos com relação ao *poder de formatação* da matemática na sociedade. Assim, a matemática formata a sociedade no momento em que abstrações concretizadas, como, por exemplo, as maneiras de calcular impostos, os auxílios às crianças, os salários e as estratégias de produção são empregadas no cotidiano. Nesse sentido, Rosa e Orey (2015) assertam que a materacia também auxilia na gestão tecnológica, pois os alunos desenvolvem habilidades para analisarem criticamente os sistemas retirados da realidade, que tem como objetivo possibilitar o exame da diversidade de instrumentos materiais que são desenvolvidos em diversos contextos culturais. De acordo com esse contexto, D'Ambrosio (2008) afirma que

a materacia auxilia na conscientização das vantagens, desvantagens e possíveis distorções com relação à utilização dos instrumentos tecnológicos que dominam a sociedade moderna.

O currículo *trívium* tem como objetivo a construção de um *corpus* de conhecimento matemático desenvolvido em diversos contextos culturais. Esse tipo de currículo enfatiza a importância dos conhecimentos matemáticos locais que são relevantes para os membros de um determinado grupo cultural (ROSA; OREY, 2015). Desse modo, um sistema educacional pode ser considerado bem sucedido se os indivíduos forem preparados para dominar os instrumentos analíticos (materacia) para examinar uma determinada situação-problema, identificar as informações necessárias para abordar essa situação e, serem capazes de utilizar os instrumentos comunicativos (literacia) para lidar com essa problemática por meio do auxílio dos instrumentos materiais e das ferramentas tecnológicas (tecnoracia).

No entanto, esse currículo também busca estabelecer conexões entre os conhecimentos matemáticos local e acadêmico, que podem ser desenvolvidos conjuntamente de maneira dialógica e interdisciplinar, pois auxilia na compreensão das conexões entre os aspectos gerais da matemática (materacia) e as práticas matemáticas desenvolvidas localmente pelos membros de grupos culturais distintos (literacia) por meio do emprego de instrumentos materiais e tecnológicos (tecnoracia), possibilitando, assim, o desenvolvimento de uma visão holística do conhecimento matemático.

REFERÊNCIAS

- BANDEIRA, F. A.; LUCENA, I. C. R. *Etnomatemática e práticas sociais*. Coleção Introdução à Etnomatemática. Natal, RN: UFRN, 2004.
- BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. São Paulo, SP: Editora Contexto, 2002.
- CORTES, D. P. O. *Re-significando os conceitos de função: um estudo misto para entender as contribuições da abordagem dialógica da etnomodelagem*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Educação Matemática. Ouro Preto, MG: Universidade Federal de Ouro Preto, 2017.

- DAMAZIO, A. *Especificidades conceituais da matemática da atividade extrativa do carvão*. Coleção Introdução à Etnomatemática. Natal, RN: UFRN, 2004.
- D'AMBROSIO, U. *Etnomatemática*. São Paulo, SP: Editora Ática, 1990.
- D'AMBROSIO, U. *Resumo das aulas dadas no curso virtual sobre etnomatemática na UVLA*. Universidade Virtual Latinoamericana. São Paulo, SP: Site Oficial do Ubiratan D'Ambrosio, 1998. Disponível em <<<https://sites.google.com/site/etnomath/18>>>. Acesso em 06/02/2018.
- D'AMBROSIO, U. Literacy, matheracy, and technoracy: a trivium for today. *Mathematical Thinking and Learning*, v. 1, n. 2, p. 131-53, 1999.
- D'AMBROSIO, U. General remarks on ethnomathematics. *ZDM*, v. 33, n. 3, p. 67-69, 2001.
- D'AMBROSIO, U. Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. *Educação e Pesquisa*, v. 31, n. 1, p. 99-120, 2005.
- D'AMBROSIO, U. Peace, social justice, and ethnomathematics. *The Montana Mathematics Enthusiastic*, Monograph 1, p. 25-34, 2007a.
- D'AMBROSIO, U. The role of mathematics in educational systems, *ZDM*, v. 39, n. 1-2, p. 173-181, 2007b.
- D'AMBROSIO, U. Educação numa era de transição. *Revista Matemática & Ciência*, v. 1, n. 1, p. 8-18, 2008.
- D'AMBROSIO, U.; D'AMBROSIO, B. S. The role of ethnomathematics in curricular leadership in mathematics education. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, v. 4, p. 19-25, 2013.
- DUARTE, C. G. Implicações curriculares a partir de um olhar sobre o mundo da construção civil. In KNIJNIK, G., WANDERER, F., OLIVEIRA, C. J. (Eds.), *Etnomatemática: currículo e formação de professores*. Santa Cruz do Sul, RS., Brazil: EDUNISC, 2004. pp. 195-215.
- FELLMAN, J. D., GETIS, A.; GETIS, J. *Human geography: landscapes of human activities*. Chicago, IL: McGraw Hill, 1990.
- FERREIRA, E. S. *Etnomatemática: uma proposta metodológica*. Rio de Janeiro, RJ: MEM/USU, 1997.
- FONSECA, M. C. F. R. *Letramento no Brasil: habilidades matemáticas*. São Paulo, SP: Editora Global, 2004.
- GERDES, P. On culture, geometrical thinking and mathematics education. In POWELL, A. B.; FRANKENSTEIN, M. (Eds.). *Ethnomathematics: challenging Eurocentrism in mathematics education*. Albany, NY: State University of New York, 1997. pp. 223-247.
- HUXLEY, J. S. Evolution, cultural and biological. *Yearbook of Anthropology*. Chicago, IL: University of Chicago, 1955.
- JABLONKA, E. Mathematical literacy. In A. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. Leung (Eds.). *Second international handbook of mathematics education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer, 2003. pp. 75-102.
- KEENGWE, J. *Handbook of research on virtual training and mentoring of online instructors*. Hershey, PA: IGI Global, 2018.
- KIM, B.; REEVES, T.C. Reframing research on learning with technology: in search of the meaning of cognitive tools. *Instructional Science*, v. 35, n. 3, p. 207-256, 2007.

- KNIJNIK, G. (1996). *Exclusão e resistência: educação matemática e legitimidade cultural*. Porto Alegre, RS., Brazil: Editora Artes Médicas.
- MENEZES, E. T.; SANTOS, T. H. *Verbete comunicação assíncrona. Dicionário Interativo da Educação Brasileira - Educabrazil*. São Paulo, SP: Midiamix, 2001.
- MORETTO, V. P. *Prova: um momento privilegiado de estudo, não de um acerto de contas*. Rio de Janeiro, RJ: DP&A, 2002.
- PINHEIRO, R. C. *Contribuições do programa etnomatemática para o desenvolvimento da educação financeira de alunos Surdos que se comunicam em Libras*. Departamento de Educação Matemática. Ouro Preto, MG: Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP.
- PONTE, J. P. *As novas tecnologias e a educação*. Lisboa, Portugal: Texto Editora, 1997.
- RIOS, D. P. Primero etnogeometría para seguir con etnomatemática. In DOMITE, M. C. S. (Ed.), *Anais do Primeiro Congresso Brasileiro de Etnomatemática – CBEm-1*. São Paulo, SP: FE-USP, 2000. pp. 367-375.
- ROSA, M.; OREY, D. C. Vinho e queijo: etnomatemática e modelagem! *BOLEMA*, v. 16, n. 20, p. 1-16, 2003.
- ROSA, M.; OREY, D. C. *Abordagens atuais do programa etnomatemática: delineando-se um caminho para a ação pedagógica*. *BOLEMA*, v. 19, n. 26, p. 19–48, 2006.
- ROSA, M.; OREY, D. C. Ethnomodelling: a pedagogical action for uncovering ethnomathematical practices. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, v. 1, n. 3, p. 58-67, 2010.
- ROSA, M.; OREY, D. C. Ethnomodelling as a research theoretical framework on ethnomathematics and modelling. *JUME - Journal of Urban Mathematics Education*, v. 6, n. 2, p. 62-80, 2013.
- ROSA, M.; OREY, D. C. A trivium curriculum for mathematics based on literacy, matheracy, and technoracy: an ethnomathematics perspective. *ZDM*, v. 47, n. 4, p. 587-598, 2015.
- SKOVSMOSE. O. *Traveling through education*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 2005.
- TREFFERS, A.; GOFFREE, F. Rational analysis of realistic mathematics education: the Wiskobas program. In STREEFLAND, L. (Ed.). *Proceedings of the 9th annual conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Volume 2. Utrecht, The Netherlands: PME, 1985. pp. 97-121.
- TURNER, R. Exploring mathematical competencies. *Research Developments*, v. 24, Summer, p. 3-7, 2010-2011.
- WILSON, R.J. *Introduction to graph theory*. 4th Ed. Essex, England: Addison Wesley, 1996.
- ZEVENBERGEN, R. Citizenship and numeracy: implications for youth, employment and life beyond school yard. *Quadrante*, v. 11, n. 1, p. 29-39, 2002.