

A modelagem matemática como estratégia para planejar e resolver avaliações na UNIFAP: Uma experiência de ensino intercultural

Mathematical modeling as a strategy to plan and resolve evaluations at the UNIFAP: An intercultural teaching experience

Cristiane Santos dos Santos¹
Karen Vanessa Silva Pacheco²
Eliane Leal Vasquez³

Resumo

O artigo analisa a modelagem matemática como estratégia em duas avaliações que foram aplicadas, em 2012, na Graduação em Educação Escolar Indígena na Universidade Federal do Amapá. Com base na pesquisa bibliográfica e documental, os dados foram coletados no primeiro semestre de 2018, na cidade de Macapá, capital do Estado do Amapá. Para elaborar este trabalho, optamos pelo uso do método descritivo e a análise documental. O resultado mostrou que os estudantes indígenas relacionaram, a produção de farinha, o consumo de óleo, a brincadeira de bola e a confecção de pulseira, com o que foi estudado sobre a função constante, do 1º grau e quadrática com a sua formação acadêmica. A experiência de ensino valorizou o conhecimento do estudante indígena, a interpretação de variáveis quantitativas e sua representação gráfica, à medida que a professora de matemática incorporou os problemas modelados pelo estudantes indígenas na avaliação final da disciplina de Conceitos Básicos de Ciências Exatas e da Natureza. A modelagem matemática foi utilizada como uma estratégia para planejar e resolver avaliações no ensino superior, com questões abertas sobre funções elementares. As avaliações instigaram a criatividade e a reflexão sobre como produzir e resolver trabalhos de ciências exatas na formação de professores indígenas, a partir de uma prática de ensino que coloca o saber indígena e o saber escolar na sala de aula.

Palavras-chave: Educação Matemática, Ensino Intercultural, Modelagem Matemática, Função Elementar, Vida Indígena.

Abstract

The paper analyses the mathematical modeling as a strategy in two evaluations applied, in 2012, in the Undergraduate in Indigenous School Education at the Federal University of Agape. Based on bibliographic and documentary research, data selected in the first semester of 2018, in the city of Macapá, the capital of the State of Amapá. To elaborate on this work, we opted by the use of descriptive and documentary analysis. The result showed that the indigenous students related the production of flour, oil consumption, ball play, and making of the bracelet to the constant function of the 1st degree and quadratic. The teaching experience valued the knowledge of the indigenous student, the interpretation of quantitative variables, and their graphic representation, as the math teacher incorporated the problems modeled by indigenous students in the evaluation of the discipline of Basic Concepts of Exact Sciences and Nature. Mathematical modeling was used as a strategy to plan and solve evaluations in higher education, with open questions about elementary functions. The evaluations instigated creativity and reflection on how to produce and solve exact science works in the formation of indigenous teachers, from a teaching practice that places indigenous knowledge and school knowledge in the classroom.

Keywords: Mathematics Education, Intercultural Teaching, Mathematical Modeling, Elementary Function, Indigenous Life.

¹ Graduada em Matemática pela Universidade Federal do Amapá, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas. E-mail: cristiane.s_santos@hotmail.com.

² Graduada em Matemática pela Universidade Federal do Amapá, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas. E-mail: karenv_pacheco@hotmail.com.

³ Doutora em História da Ciência e especialista em Metodologia para o Ensino de Matemática. Professora adjunta da Universidade Federal do Amapá, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas. Professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de História (ProfHistória). E-mail: elianevasquez@unifap.br.

1. INTRODUÇÃO

Santos e Pacheco (2018) realizaram uma pesquisa, orientada pela terceira autora, cujo assunto foi o uso da modelagem matemática em avaliações, no Curso de Licenciatura em Educação Escolar Indígena da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), com foco na disciplina de Conceitos Básicos em Ciências Exatas e da Natureza.

O interesse por este tema, iniciou durante as discussões do Curso de Graduação em Matemática (UNIFAP), na disciplina: Metodologia de Pesquisa Científica em Educação Matemática, que a primeira e segunda autoras cursaram, em 2016. A parte teórica da formação em Educação Matemática dessa disciplina, abordou sobre os assuntos: O estado da arte em educação matemática, a formação de professores no século XXI e estratégias de ensino, a relação entre pesquisa em história da matemática, educação matemática e suas questões metodológicas, e ainda, sobre uma agenda para história da educação matemática no Brasil, com base nos artigos de D'Ambrosio (1993a), D'Ambrosio (1993b), Baroni e Nobre (1999), Valente (2007) e Garnica (2015).

Considerando que um ambiente propício a aprendizagem matemática, quando é positivo, encoraja:

[...] os alunos a propor soluções, explorar possibilidades, levantar hipóteses, justificar seu raciocínio e validar suas próprias conclusões. Respostas “incorretas” constituem a riqueza do processo de aprendizagem e devem ser exploradas e utilizadas de maneira a gerar novo conhecimento, novas questões, novas investigações ou um refinamento das idéias existentes (D'AMBROSIO, 1993, p. 37).

E motivadas pela leitura do trabalho de Santos e Charles (2016), propusemos como problema deste estudo: Como a modelagem matemática foi aplicada no Curso de Educação Escolar Indígena, na Universidade Federal do Amapá, na área de formação em Ciências Exatas e da Natureza? Foi apenas como suporte teórico para desenvolver pesquisa de graduação ou em outra etapa do ensino na educação superior?

1.1. Sobre as definições e aplicações da modelagem matemática

Para falarmos sobre a modelagem matemática, foi necessário pesquisar alguns autores para conhecer as suas definições e aplicações à comunidade científica e acadêmica.

Bassanezi (2011, p. 24) define modelagem matemática como:

[..] 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.

Este autor avalia que a modelagem matemática se torna eficiente, quando estamos “trabalhando com aproximações da realidade” (BASSANEZI, 2011, p. 24). Pois, como estratégia de ensino e aprendizagem, a modelagem matemática leva o estudante a identificar e estudar conhecimentos que têm relação com seu meio social.

Almeida, Araújo e Bisognin (2011, p. 22) entendem a modelagem matemática “como uma alternativa pedagógica na qual fazemos uma abordagem, por meio da Matemática, de uma situação-problema não essencialmente matemática”.

Já outra definição, é apresentada por Biembegut e Hein (2002, p. 12):

Modelagem matemática é 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 de conhecimento de matemática, o modelador precisa ter uma dose significativa de intuição 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.

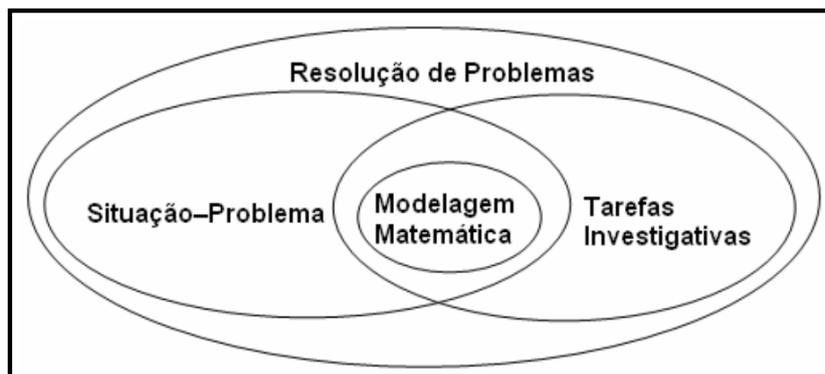
Daí, pode-se inferir que o resultado da modelagem matemática depende do processo artístico, do conhecimento matemático, intuição e criatividade da pessoa que será o modelador de uma situação-problema, com fim de representar as variáveis envolvidas em um modelo matemático.

Outro autor que contribuí com a discussão é Kfourri (2008, p. 85), já que ele define:

Modelagem Matemática é um método que, ao se propor uma situação/questão escrita na linguagem corrente e proposta pela realidade, transforma tal situação em linguagem simbólica da Matemática, fazendo aparecer um modelo matemático, que por ser uma representação significativa do real, que se analisado e interpretado segundo as teorias Matemáticas, devolve informações interessantes para a realidade que se está questionando.

Logo, a definição de modelagem matemática relaciona-se com o que se entende sobre matemática, situações reais, situação-problema, resolução de problema e tarefa investigativa (KFOURI, 2008). A figura 1 mostra graficamente o processo de criação de um modelo matemático:

Figura 1 - Quadro comparativo da resolução de problemas e suas divisões.



Fonte: KFOURI, 2008, p. 68.

A Figura 1 esclarece que a modelagem matemática pode ser interpretada como o método que envolve a situação-problema escolhida e tarefa investigativa, que se aplicam na resolução de problemas. Assim, “a modelagem pode dar maior motivação, tornar as aulas mais atraentes, interessantes além de dar maiores oportunidades de participação aos alunos, propiciando assim, momentos de aprendizagem mais significativa” (KFOURI, 2008, p. 25).

A modelagem matemática não se resume em apenas resolver problemas, mas envolvem situações reais em que as pessoas vivenciam e que podem ser modeladas ou representadas pela matemática.

Em outras palavras:

Modelagem Matemática como ambiente de ensino e de aprendizagem, possui uma intenção muito clara: criar um espaço baseado na indagação e investigação, um cenário de pesquisa e inquirição, diferente da forma como atualmente é trabalhado no ensino tradicional, visivelmente hegemônico nas escolas” (KFOURI, 2008, p. 84).

Em geral, o processo de modelagem matemática estimula o pensamento crítico e reflexivo, no que se refere a produção de um modelo matemático. A modelagem pode ser aplicada de diversas formas de acordo com a necessidade do modelador e o nível de ensino em que se encontra. Dentre elas, podemos citar:

a) Modelagem como método científico

Vários aspectos devem ser analisados, quando se usa modelagem matemática como um instrumento de pesquisa, por exemplo:

- Pode estimular novas ideias e técnicas experimentais;
- Pode dar informações em diferentes aspectos dos inicialmente previstos;
- Pode ser um método para se fazer interpolações, extrapolações e previsões;
- Pode sugerir prioridades de aplicações de recursos e pesquisas e eventuais tomadas de decisão;
- Pode preencher lacunas onde existem falta de dados experimentais;
- Pode servir como recurso para melhor entendimento da realidade;
- Pode servir de linguagem universal para compreensão e entrosamento entre pesquisadores em diversas áreas do conhecimento (BASSANEZI, 2011, p. 32).

A modelagem matemática como método científico tem grande abrangência nas ciências, “sua larga esfera de aplicação e variedade das idéias matemáticas utilizadas podem ser melhor expressas examinando-se suas atuais áreas de pesquisa” (HALL, 1978 apud BASSANEZI, 2011, p. 33).

O referido autor exemplifica como áreas de pesquisa da Biomatemática, Física e Química Teórica tornaram-se férteis para o desenvolvimento da própria Matemática. Além do fato de que na formulação de teorias, os modelos matemáticos são criados e resolvidos, relacionados aos fenômenos estudados.

Também, a modelagem matemática como método científico se aplica a Ciência da Computação, Ciências Sociais, Economia, Áreas Sociais, Arqueologia, Arquitetura e Filosofia, o que se justifica as suas diferentes aplicações. Mas também pela sua interação, com a Computação e Matemática, bem como por utilizar da matemática, de modo geral, para organizar e classificar os seus dados, além de reconhecimentos de modelos (BASSANEZI, 2011).

b) Modelagem matemática como método de ensino

A este respeito, Bienbengut e Hein (2002, p.18) explicam que:

[...] o processo de modelagem precisa sofrer algumas alterações, levando em consideração principalmente o grau de escolaridade dos alunos, o tempo disponível que terão para trabalho extraclasse, o programa a ser cumprido e o estágio em que o professor se encontra, seja em relação ao conhecimento da modelagem, seja no apoio por parte da comunidade escolar para implantar mudanças.

O professor tem o papel de fazer as mudanças necessárias para que a modelagem matemática seja aplicada como estratégia de ensino, “sem, contudo, perder a linha mestra que é o favorecimento a pesquisa e posterior criação de modelos pelos alunos, e sem desprezar as regras educacionais vigentes” (BIENBENGUT; HEIN, 2002, p. 28).

A modelagem matemática como metodologia de ensino, deve partir conforme Bienbengut e Hein (2002, p. 28) “de uma situação/tema e sobre ela desenvolver questões, que tentarão ser respondidas mediante o uso ferramental matemático e da pesquisa sobre o tema”.

De acordo com Gonçalves (2010, p. 20) para que o estudante tenha mais interesse pela aprendizagem da matemática, o professor deve procurar:

[...] desenvolver atividades atrativas que sejam em grupo ou individuais. Tais atividades podem ter resultados satisfatórios, desde que o professor proporcione espaço para a participação, questionamento, investigação e argumentação dos alunos. Podemos perceber que a matemática e a realidade são dois conjuntos disjuntos, porém podemos tentar fazer uma aproximação desses conjuntos através da Modelagem, já que através dela é possível pegarmos situações no dia a dia e obter um modelo que aproxima a matemática da realidade.

A modelagem matemática como um método de ensino estimula o estudo em matemática ao corpo discente, como pesquisar diversas situações e criar o seu próprio modelo matemático, fazendo com que os estudantes “despertem o interesse e seu senso críticos de conteúdos matemáticos” (GONÇALVES, 2010, p. 23).

Há de se considerar ainda que o objetivo da modelagem matemática como método de ensino, “não é de se chegar a um modelo, mas seguir etapas aonde o conteúdo matemático vai sendo, no decorrer do processo, sistematizado e aplicado” (SANTOS; MACLINE, 2006, p. 8).

c) Modelagem matemática aplicada em projeto de iniciação científica

Bassanezi (2011, p. 287) comenta com a relação entre matemática e os projetos de iniciação científica:

O que chamamos de iniciação científica é o processo de aprendizagem construtiva de algum conceito ou teoria supervisionada por um orientador. Em se tratando de conceitos matemáticos, a iniciação científica pode ser o primeiro passo para o estudante tomar contato com a modelagem matemática.

A modelagem matemática como instrumento para o estudante envolver-se com a realização de projetos de iniciação científica, torna-se viável por favorecer a aproximação entre a teoria investigada e as discussões sobre modelagem matemática, além de estimular “a aprendizagem de disciplinas básicas valorizando-as e recriando suas ideias quando aplicadas a realidade” (BASSANEZI, 2011, p. 291).

A matemática básica faz-se presente em outras ciências como linguagem quantitativa para sistematizar conceitos e teorias, bem como em diferentes áreas de ensino. Um exemplo disso, conforme cita Bassanezi (2011, p. 292) “a agronomia pode ser considerada biologia aplicada e a engenharia como uma combinação de matemática e física aplicadas, a matemática aplicada é simplesmente matemática aplicada”.

Diante das distintas interpretações para o termo modelagem matemática, é possível compreender que ela tem uma ampla abrangência, quanto a sua aplicação no ensino e pesquisa com foco em Matemática e também para outras finalidades nas escolas ou universidades.

1.2. Modelagem matemática como tema de pesquisa na educação superior indígena

No curso de Licenciatura Intercultural Indígena da UNIFAP, entre as pesquisas concluídas de 2011 a 2016, somente uma tratou sobre modelagem matemática, com o tema - *Modelagem Matemática para Educação Escolar Indígena: Produção de farinha de mandioca como situação-problema para aulas de matemática* (SANTOS, CHARLES, 2016).

Nesta pesquisa de graduação, a modelagem matemática foi desenvolvida da seguinte forma. Primeiramente foram elaborados textos sobre a produção de farinha de mandioca pelos indígenas Galibi-Marworno, os quais moram na aldeia Kumarumã. Em seguida, realizou-se a organização de modelos matemáticos a partir de problemas que foram produzidos, de acordo com análise de variáveis presentes nos textos e outros dados incorporados pelos modeladores da situação-problema escolhida. A farinha de mandioca é um dos alimentos das famílias Galibi-Marworno da aldeia Kumarumã, como também um produto comercializado no Oiapoque e Guiana Francesa.

De acordo com Santos e Charles (2016, p. 14):

A produção da farinha de mandioca na aldeia Kumarumã envolve as etapas de colheita da matéria prima nas roças, limpeza/ralação da mandioca, mistura da massa da mandioca dura que foi ralada, com a mandioca que é colocada na água para amolecer e torrar a farinha no forno, terminando assim, a etapa de produção.

A partir da situação-problema “produção de farinha” elaborou-se modelos ou problemas matemáticos que podem ser aplicados no ensino fundamental da Educação Escolar

Indígena. No primeiro momento, foi considerado o tempo de duração para produzir determinada quantidade de farinha por quatro famílias Galibi-Marworno, a quantidade total por determinado período, o preço por sacas de farinha em reais e em euros, e ainda, o preço total por sacas vendidas. Estas variáveis quantitativas para a resolução do modelo ou problema matemático, os autores aplicam os conceitos matemáticos com relação a (regras de três simples, operação de multiplicação, divisão, adição e expressão numérica).

Também foi usado como situação-problema, a produção de farinha pelas famílias Galibi-Marworno da aldeia Kumarumã para consumo, onde na resolução do modelo ou problema matemático envolveu (regras de três simples, operação de multiplicação, divisão, adição e expressão numérica), com objetivo de realizar o cálculo da quantidade de farinha produzida por quatro famílias Galibi-Marworno por quilo, considerando o tempo trabalho e a quantidade de fornos usados.

Santos e Charles avaliam com relação ao uso da modelagem matemática nas escolas indígenas:

Numa aula de matemática, o professor indígena ou não indígena poderão visitar as casas de farinha com uma turma do ensino fundamental para observar as medidas dos fornos, visando realizar as medições dos diâmetros, raios e altura com uma trena ou uma fita métrica. Portanto, com as medições realizadas pelo Sistema Internacional de Medidas (SI) (SANTOS; CHARLES, 2016, p. 25).

Esses autores realizaram modelações a partir da situação-problema do uso de fornos na casa de farinha por quatro famílias Galibi-Marworno, onde se calculou o perímetro das bordas dos quatro fornos da casa de farinha. A resolução deste modelo ou problema matemático, envolveu (o cálculo de perímetro da circunferência e expressão numérica), com resultados aproximados.

Além disso, também na produção de modelo matemático, considerou-se o formato da masseira usada na Casa de Farinha por quatro famílias Galibi-Marworno, para saber as medidas de *comprimento*, *largura* e *altura* em metros, com fim de calcular o volume da masseira em metros cúbicos (SANTOS; CHARLES, 2016).

No problema do volume da masseira aplicou-se a fórmula de volume de paralelepípedo para elaborar o modelo matemático, o que envolveu a multiplicação no processo de cálculo no ensino na escola indígena e também expressão numérica para calcular o volume total. Com esse cálculo foi possível obter o volume aproximado da masseira.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1. Caracterização e contexto da pesquisa

Neste trabalho, escolhemos desenvolver uma pesquisa em educação matemática, que abordou sobre aplicação da modelagem matemática nas avaliações de funções elementares, na Educação Superior Indígena a partir de um estudo de caso.

A este respeito, Ponte (2006) explica em seu artigo “O estudo de caso na investigação em educação matemática”:

Na Educação Matemática, os estudos de caso têm sido usados para investigar questões de aprendizagem dos alunos bem como do conhecimento e das práticas profissionais de professores, programas de formação inicial e contínua de professores, projectos de inovação curricular, novos currículos, etc (PONTE, 2006, p. 3).

A citação exemplifica alguns temas que são investigados em estudo de caso na pesquisa em educação matemática, os quais segundo Ponte (2006, p. 2), “visa conhecer uma entidade bem definida como uma pessoa, uma instituição, um curso, uma disciplina, um sistema educativo, uma política ou qualquer outra unidade social”.

O objeto de estudo desta pesquisa de graduação envolve o ensino e a aprendizagem de funções elementares no contexto multicultural de um curso de licenciatura específico, cujo público são os professores indígenas do Amapá e Norte do Pará, o que abrange:

- O Curso de Licenciatura Intercultural Indígena da Universidade Federal do Amapá - UNIFAP/Campus Binacional de Oiapoque, que atende os estudantes indígenas Galibi-Ka'lina (Galibi do Oiapoque), Galibi-Marworno, Karipuna, Palikur, Tiriyó, Wajãpi e Wayana, oriundos das Terras Indígenas Uaçá, Juminã e Galibi, Wajãpi e do Parque Indígena do Tumucumaque (UNIFAP, 2013b);

- Tema contextual ou disciplina: Conceitos Básicos de Ciências Exatas e da Natureza, que faz parte da área de formação em Ciências Exatas e da Natureza de acordo com o Projeto Político Pedagógico do Curso de Educação Escolar Indígena (UNIFAP, 2005);

- Política: Políticas Públicas para Povos Indígenas, com foco no ensino superior indígena e vinculado ao *Programa de Apoio à Formação Superior de Professores que atuam em Escolas Indígenas de Educação Básica* (PAULA; VIANNA, 2011).

2.2. Coleta de dados e materiais selecionados

Inicialmente, os dados foram coletados em materiais impressos e digitais no que se refere as discussões sobre a modelagem matemática, os tipos de avaliação e a metodologia de pesquisa.

Já a segunda etapa da coleta de dados, realizou-se em três documentos:

- Projeto Político Pedagógico do Curso de Educação Escolar Indígena da UNIFAP;
- Diário Online de Conceitos Básicos de Ciências Exatas e da Natureza, da turma 2010.2, cujas aulas presenciais ocorreram de 10 a 22 de dezembro de 2012;
- Avaliações de Ciências Exatas e da Natureza que foram aplicadas em 18 e 21 de dezembro de 2012, com ênfase em matemática (UNIFAP, 2005, 2012a, 2013b).

2.3. Método da pesquisa e análise qualitativa

Na discussão dos resultados aplicou-se o método comparativo, conforme descrito por Fachin (2005), com análise qualitativa dos materiais selecionados que tratam sobre modelagem matemática e avaliação da aprendizagem.

Barros e Lehfeld (2002) explicam que a análise qualitativa envolve a organização, descrição, síntese dos dados e sua interpretação, o que ocorre pela categoria teórica de análise, finalizando com a análise de conteúdo.

As avaliações de funções elementares analisadas neste estudo, foram obtidas através de cópias de documentos de arquivo pessoal de uma ex-professora do Curso de Educação Escolar Indígena da UNIFAP. No texto, optamos em não citar os nomes do grupo de acadêmicos para preservar as suas identidades. Por isso, no trabalho, eles são citados da seguinte maneira: Estudantes indígenas A, B, C e D.

3. DISCUSSÃO DO RESULTADO

3.1. O conteúdo ministrado em Conceitos Básicos de Ciências Exatas e da Natureza

Esta categoria de análise foi definida com base na análise do Diário do Tema Contextual Conceitos Básicos em Ciências da Natureza e Matemática, disciplina que foi ministrada por duas professoras, na turma 2010.2, confrontando com a matriz curricular do Projeto Político Pedagógico do Curso de Educação Escolar indígena (UNIFAP, 2013a; 2005).

De acordo com a matriz curricular do referido curso de graduação, observamos que para ministrar o tema contextual - “Conceitos Básicos em Ciências da Natureza e Matemática” (UNIFAP, 2005, p. 68), os professores deviam ter formação acadêmica em Matemática, Geografia, Biologia, Física ou Química, o que é a concepção de ciências exatas e da natureza do projeto político pedagógico analisado.

A seguir, apresentamos o conteúdo programático que foi trabalhado na sala de aula (Quadro I):

Área de Conhecimento/ Ex-professora	Conteúdo Programático
Biologia e Química/ Marina Teofilo Pignat	I. Introdução: o que é conceito? Química e Biologia do dia-a-dia. II. Introdução ao estudo da biologia; características dos seres vivos III. Citologia; teorias evolutivas; interação ecológica; distribuição dos organismos. IV. Introdução ao estudo da química: átomo; elementos químicos. V. Propriedade da matéria; transformação das matérias VI. Avaliação final VII. Atividade vivencial e tutorial
Matemática/ Eliane Leal Vasquez	I. Ciências da Natureza e Matemática: 1.1. Dos seus conhecimentos. Biologia, matemática, química e física; 1.2. A classificação das áreas da matemática no RCNEI; 1.3. Escola indígena e os conteúdos de matemática na educação básica. II. Estudos de Funções Elementares: 2.1. Contribuição de alguns matemáticos; 2.2. O que significa $y = f(x)$; 2.3. Classificação e representação gráfica – atividade em grupo de apresentação. III. Aplicações: 3.1. Função constante e produção de farinha na aldeia Espírito Santo; 3.3. Função do 1º grau e consumo de óleo na aldeia Tukay; 3.3. Função quadrática e brincadeira de bola na aldeia Kumenê. IV. Conjuntos e seu conceitos básicos: 4.1. Conceito de conjunto; 4.2. Tipos de conjuntos numéricos; 4.3. Operações com conjuntos; 4.4. Número de elementos da união de dois ou mais conjuntos. V. Estudo dirigido em grupos: Discussão e resolução de problemas matemáticos sobre conjuntos. VI. Aplicação da avaliação institucional sobre os temas debatidos. VII. Atividade vivencial e tutorial.

Quadro I: Os conteúdos de Conceitos Básicos em Ciências da Natureza e Matemática.
Fonte: UNIFAP, 2013a.

O Quadro I informa os conteúdos, técnicas de estudos e avaliações do tema contextual da área de formação em Ciências Exatas e da Natureza. O conteúdo programático priorizou o eixo “a respeito das diferentes ciências que estudam a natureza; estudo de seus conceitos básicos, das formas que estes podem ser aplicados” (UNIFAP, 2005, p. 68).

Com relação ao diário do Tema Contextual Conceitos Básicos em Ciências da Natureza e Matemática, as aulas foram ministradas no período de Dezembro de 2012 e Janeiro de 2013, totalizando carga horária de 135 (cento e trinta e cinco) horas, divididas entre duas professoras, Eliane Leal Vasquez (65 horas) e Marina Teofilo Pignat (70 horas). As aulas foram

ministradas no Campus Norte do Oiapoque, sendo a turma formada por nove estudantes indígenas de diferentes grupos étnicos dos povos indígenas do Amapá e Norte do Pará (UNIFAP, 2013a). Mas na discussão dos resultados, citamos apenas as respostas de quatro estudantes indígenas.

Com relação ao conteúdo programático, o planejamento das professoras orientou-se com base no mapa conceitual do tema contextual analisado e também na meta de desenvolver competências e habilidades com os estudantes indígenas, com foco em “Conhecer como as diferentes Ciências estudam a natureza” (UNIFAP, 2005. p. 68).

No que se refere a parte do conteúdo programático, com ênfase em Matemática, optou-se por conceitos relativos as Funções Elementares e Conjuntos a partir de aplicações no contexto da realidade indígena, com diálogo entre a professora e o corpo discente por meio dos assuntos abordados e a modelagem de situações-problemas, que foram escolhidas pelos próprios estudantes indígenas durante os estudos dirigidos que aconteceram em grupos e para planejar e resolver duas avaliações.

3.2. Modelagem matemática como estratégia de avaliação para planejar e resolver questões abertas sobre funções elementares

A atividade parcial de 18 de dezembro de 2012 aplicada à Turma 2010.2 do Curso de Educação Escolar Indígena da UNIFAP, pode ser compreendida como uma prova dissertativa, com ênfase na aprendizagem de funções elementares. Na obra *O Dia-a-Dia do Professor: Como se preparar para o desafio da sala de aula*, uma prova dissertativa é definida como “Séries de perguntas que exijam capacidade de estabelecer relações, resumir, analisar e explicar” (NOVA ESCOLA, 2014, p. 113). Este tipo de avaliação proporciona ao corpo discente “liberdade para expor seus pensamentos, mostrando habilidades de organização, interpretação e expressão”⁴.

O documento analisado é formado por três questões de Funções Elementares, elaboradas pela professora. A primeira questão consiste em um comentário sobre o uso de funções nas ciências, sendo o seu conceito a partir de Bianchini e Paccola (2003, p. 54) “é uma relação entre duas grandezas, tal que cada valor da primeira corresponde um único valor da segunda”. Em seguida uma tabela com um fenômeno de estudo e sua função, pedindo para que eles expliquem se elas possuem o mesmo gráfico e o porquê de sua resposta (UNIFAP, 2012a).

A seguir citamos, algumas respostas dos estudantes indígenas A, B, C e D, respectivamente, com relação à primeira questão da avaliação parcial:

Não. Porque cada uma delas têm o comportamento gráfico diferente. A primeira é função do 1º grau é uma reta inclinada, a segunda é uma função quadrática e é uma parábola e a terceira é uma função constante, ela é uma reta paralela do eixo das abscissas (UNIFAP, 2012a).

Porque a função $Y=1,50x+1500$ é o gráfico da função do 1º grau e é uma reta inclinada. A função $Y= - 2x^2+12x$ é o gráfico da função da quadrática ou do 2º grau, é uma parábola e a função $Y = 60$, o gráfico da função constante é uma reta paralela ao eixo das abscissas (UNIFAP, 2012a).

Função 1º grau, função 2º grau, função constante (UNIFAP, 2012a).

Não. Porque o gráfico não são iguais, eles são diferentes (UNIFAP, 2012a).

Os estudantes indígenas A e B argumentaram as suas respostas, pois ambos explicaram o tipo de função e seu comportamento gráfico, mostrando seu entendimento sobre o assunto estudado.

Já a estudante indígena C respondeu apenas o tipo de função e não detalhou a sua resposta como os estudantes indígenas A e B. Enquanto o estudante indígena D foi o que menos

4 NOVA ESCOLA, 2014, p. 113.

apresentou os conceitos matemáticos discutidos em Conceitos Básicos em Ciências da Natureza e Matemática na sua resposta.

A segunda questão da atividade parcial analisada foi um complemento da primeira, na qual a partir das funções constante, do 1º grau e quadrática, os estudantes indígenas tinham que representar seus gráficos, utilizando os pares ordenados que desejassem (UNIFAP, 2012a). Na Figura 1, destacamos algumas dessas respostas:

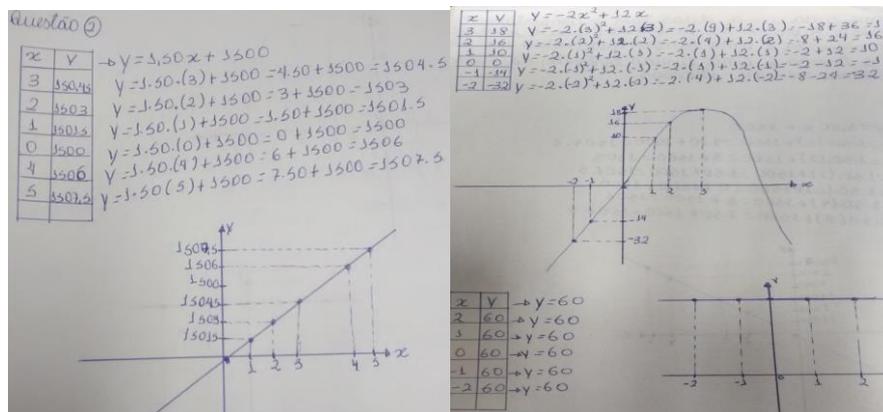


Figura 1: Respostas da estudante indígena B.
Fonte: UNIFAP, 2012a.

A Figura 1 mostra as resoluções sobre os gráficos de $y = 1,50x + 1500$ e $y = -2x^2 + 12x$ e $y = 60$, que foram elaborados pela estudante indígena B, os cálculos realizados para os pares ordenados das funções elementares, bem como as suas representações gráficas no Plano Cartesiano. Em sua resposta, verificamos que ela teve dificuldade em desenvolver os cálculos dos pares ordenados e representá-los graficamente, quando as abscissas correspondiam a zero, em se tratando das funções do 1º grau e quadrática.

Na terceira questão, a professora de matemática solicitou aos estudantes indígenas que elaborassem um problema sobre funções elementares, relacionando-o com a sua comunidade indígena.

Os estudantes Indígena A, B, C e D responderam, respectivamente:

Na minha família, na aldeia Espírito Santo, produzimos uma quantidade fixa de farinha para o consumo do dia-a-dia, sendo que minha família produz 50kg por semana (UNIFAP, 2012a).

A aldeia Tukay receber 400 litros de óleo por mês. O óleo sempre acaba antes do mês terminar. O motorista que trabalha na casa do motor, empresta óleo das pessoas da comunidade, onde se gasta mais 10 litros por dia aproximadamente. Essa atividade da comunidade na linguagem da função pode ser: $y = 10x + 400$ (UNIFAP, 2012a).

Uma artesão indígena da aldeia da Manga trabalha com a produção de pulseiras. Ela investe R\$ 250,00 para comprar missangas, silicone, cordas e outros materiais, e gasta mais R\$ 2,00 para fazer o acabamento de cada pulseira. A atividade de artesã indígena é representada na linguagem da função como: $y = 2,0x + 250$ (UNIFAP, 2012a)

Na aldeia Kumenê as crianças costumam brincar de bola. Uma criança chutou para cima a bola, chegando até o topo de uma árvore e depois a bola caiu no chão. A atividade das crianças na linguagem das funções, pode ser representada assim: $y = -2x^2 + 12x$ (UNIFAP, 2012a).

O estudante indígena A que mora na aldeia Espírito Santo escolheu como situação-problema para modelar, a produção de farinha de mandioca. Com os dados do problema matemático, ele calculou os pares ordenados e construiu o gráfico da função constante ($y = 50$). E concluiu, que em toda semana é produzida a mesma quantidade de farinha pela família indígena analisada.

Já as estudantes indígenas B e C, que residem nas aldeias Tukay e Manga, respectivamente, elaboraram seus modelos matemáticos, considerando o consumo de óleo pelos

indígenas Galibi-Marworno e a produção de pulseiras pelos indígenas Karipunas como situações-problema. O consumo do óleo na vida indígena serve para manter o gerador de energia ligado na Casa do Motorista, fenômeno de estudo que foi representado por $y = 10x + 400$ (função do 1º grau), enquanto o investimento para produzir as pulseiras foi definido por $y = 2x + 250$ (função do 1º grau).

O estudante indígena D, morador da aldeia Kumenê e que é indígena Karipuna, exemplificou no seu modelo matemático, a brincadeira infantil de bola, que é praticada pelas crianças indígenas. Para ele, o movimento da bola pode ser representado através de uma parábola decrescente a partir de $y = -2x^2 + 12x$ (função quadrática incompleta).

3.3. Modelagem matemática instigando a liberdade de expressão, a criatividade, os saberes matemático e indígena

Em de 21 de dezembro de 2012, uma avaliação final foi aplicada aos estudantes da Turma 2010.2 do Curso de Educação Escolar Indígena da UNIFAP. De acordo com suas características, essa avaliação foi uma prova objetiva, com ênfase em funções elementares e conjuntos numéricos (UNIFAP, 2012b). Na obra *O Dia-a-Dia do Professor: Como se preparar para o desafio da sala de aula*, uma prova objetiva é definida, como “Séries de perguntas diretas, para respostas curtas, com apenas uma solução possível” (NOVA ESCOLA, 2014, p. 113).

Este tipo de avaliação é geralmente utilizada em sala de aula, pois é familiar, simples de preparar e de responder, e também pode abranger grande parte do que foi ensinado pelos professores, o que esclarece Nova Escola (2014).

Neste estudo, a avaliação final aplicada aos estudantes indígenas tinha cinco questões. Quatro foram elaboradas por eles durante a atividade parcial e uma pela professora de matemática, com base nos assuntos estudados, resultando num trabalho colaborativo, no que se refere ao seu planejamento (UNIFAP, 2012a, 2012b).

A 1ª questão da avaliação final apresentava um conceito de função, acompanhado de um texto elaborado por uma estudante indígena. A partir das informações fornecidas nesta questão, os estudantes indígenas da Turma 2010.2 deveriam produzir outro texto para mostrar a sua compreensão sobre esse conceito matemático (UNIFAP, 2012b), momento em que puderam expressar a sua criatividade e relacionar o saber matemático e o saber indígena.

Quanto a essa pergunta, os estudantes indígenas A, B e C responderam, respectivamente:

Função quadrática no cotidiano indígena:

As funções matemáticas podem ser geradores de qualquer coisa do nosso cotidiano e são representadas graficamente de acordo com sua aplicação. Na aldeia Kumenê, as crianças indígenas costumam brincar de bola. Uma criança indígena chutou para cima uma bola que seguiu o movimento de uma parábola e ela chegou até o topo de uma árvore (UNIFAP, 2012b)

Produção de farinha e o consumo semanal:

Função é uma regra criada na matemática pelos estudiosos, para fazer resolução e problemas que envolvem números, letras e conjuntos formados por diferentes elementos. Existem vários tipos de funções e são representadas de formas variadas: $y = b$ é uma função constante, $y = ax + b$ é uma função do 1º grau e $y = x^2 + ax$ é função quadrática ou do 2º grau. Podemos dizer que a função é uma linguagem quantitativa, que pode ser representada por duas variáveis: y e x . Na aldeia Espírito Santo, a produção de farinha é produzida numa quantidade somente para o uso do dia-a-dia. Se uma família indígena consome 50kg de farinha por semana, então, $y = 50$ (UNIFAP, 2012b).

O conceito de função e a quantidade de aluno na escola indígena:

Na Escola Indígena Estadual Moisés Iaparra tem capacidade para 400 alunos. A quantidade total de aluno na linguagem da função pode ser: $y = 400$ (UNIFAP, 2012b).

O estudante indígena A relacionou a definição de função quadrática e sua representação gráfica, com as atividades de recreação das crianças indígenas, como a brincadeira de bola.

A trajetória da bola quando chutada para cima às vezes representa uma parábola e pode atingir o topo máximo de uma árvore, o que exemplifica a função no cotidiano na aldeia Kumenê, mas sem exemplificar a situação problema com a representação simbólica da função quadrática decrescente.

Já a estudante indígena B mostrou as leis de formação das funções constante, do 1º grau e quadrática, conforme estudado no tema contextual - Conceitos Básicos em Ciências da Natureza e Matemática (UNIFAP, 2013a). Além disso, ela apresentou somente uma aplicação à função constante, relacionando-a com a quantidade fixa de farinha de mandioca produzida por uma família indígena que mora na aldeia Espírito Santo, por semana.

Enquanto a estudante indígena C expôs uma situação-problema em que somente comparou a lei de formação da função constante, com a quantidade de estudantes que podem ser matriculados por ano, na Escola Indígena Estadual Moisés Iaparra, localizada na aldeia Kumenê.

Na 2ª questão, durante a aplicação da avaliação final à Turma 2010.2, os textos elaborados pelos estudantes indígenas foram citados nessa avaliação. Nesta questão, a professora de matemática complementou os dados, inserindo as tabelas de pares ordenados, respectivamente, para as seguintes funções: $y = -2x^2 + 12x$, $y = 50$ e $y = 400$ (UNIFAP, 2012b), valorizando a liberdade de expressão, a produção do saber matemático e indígena na construção de gráficos das funções elementares.

Na 3ª questão da avaliação final foram apresentados outros textos produzidos por duas estudantes indígenas durante a atividade parcial. A professora de matemática solicitou que a construção gráfica das função do 1º grau, com base na tabela de pares ordenados que foram sugeridos para realização dos cálculos (UNIFAP, 2012a, 2012b), deveriam ser feitos nos cadernos.

As estudantes indígenas B e C, elaboraram e apresentaram as seguintes respostas:

A aldeia Tukay receber 400 litros de óleo por mês. O óleo sempre acaba antes do mês terminar. O motorista que trabalha na casa do motor, empresta óleo das pessoas da comunidade, onde se gasta mais 10 litros por dia aproximadamente. Essa atividade da comunidade na linguagem da função pode ser: $y = 10x + 400$ (UNIFAP, 2012b).

Uma artesão indígena da aldeia da Manga trabalha com a produção de pulseiras. Ela investe R\$ 250,00 para comprar missangas, silicone, cordas e outros materiais, e gasta mais R\$ 2,00 para fazer o acabamento de cada pulseira. A atividade de artesã indígena é representada na linguagem da função como: $y = 2,0x + 250$ (UNIFAP, 2012b).

As duas estudantes indígena associaram a lei de formação da função do 1º grau, com o consumo de óleo pela comunidade indígena que mora na aldeia Tukay e as pulseiras que fazem parte do artesanato confeccionado pelas mulheres indígenas da aldeia Manga.

De acordo com suas respostas à 3ª questão da avaliação final, verificamos que elas não tiveram dificuldades em produzir o texto, com a presença de variáveis quantitativas que podiam representar o tema escolhido através da linguagem simbólica da função do 1º grau, bem como elas representaram corretamente os gráficos no plano cartesiano (UNIFAP, 2012b).

Por fim, comparando as respostas dos quatro estudantes indígena em relação a 4ª questão da avaliação final, observamos que nem todos realizaram corretamente os cálculos dos pares ordenados para construir os gráficos das funções elementares. Logo, também tiveram um pouco de dificuldade na representação dos pares ordenados no plano cartesiano, cuja abscissa equivalia a zero (UNIFAP, 2012b).

Com base na experiência da atividade parcial e da avaliação final que foram aplicadas no Curso de Graduação em Educação Escolar Indígena foi possível constatar que o uso da modelagem matemática é viável, principalmente como estratégia para planejar e resolver questões abertas sobre funções elementares, pois aproxima a realidade local do acadêmico

indígena e os conceitos matemáticos estudados, além de contribuir com a aprendizagem matemática dos futuros professores indígenas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em 2012, a modelagem matemática foi aplicada no Curso de Educação Escolar Indígena da UNIFAP como estratégia para planejar e resolver questões abertas das avaliações de funções elementares. A resolução da primeira atividade parcial proporcionou aos estudantes indígenas, elaborar problemas matemáticos na sala de aula, envolvendo a produção de farinha, o consumo de óleo, a brincadeira de bola e a confecção de pulseiras que são desenvolvidas nas Aldeias Espírito Santo, Tukay, Kumenê e Manga, como situações-problemas na aula de matemática.

Com base nas respostas dos estudantes indígenas às questões abertas da avaliação final, constatamos que a modelagem matemática motiva a liberdade de expressão, a criatividade, os saberes matemático e indígena, considerando que este instrumento de avaliação não foi elaborado somente pela professora de matemática. Mas contou com a participação dos estudantes indígenas da turma 2010.02, pois a professora selecionou parte dos modelos ou problemas matemáticos elaborados por eles na Atividade Parcial e incluiu na Avaliação Final.

Ao comparar os dois tipos de avaliações aplicadas pela professora de matemática, conclui-se que ela escolheu trabalhar com prova dissertativa e objetiva para avaliar os estudantes indígenas e considerando a produção de conhecimentos em sala de aula. O primeiro instrumento de avaliação foi elaborado pela própria docente, com questões abertas sobre conteúdos de matemática. Já o último instrumento de avaliação resultou de uma produção coletiva entre discentes e docente, buscando relacionar a vida indígena e os conceitos de função constante, do 1º grau e quadrática.

O resultado mostrou que no Curso de Educação Escolar Indígena da UNIFAP, a modelagem matemática foi utilizada como estratégia para planejar e resolver as avaliações de matemática. Cada grupo de sujeito no ensino intercultural faz a sua escolha de como usar a modelagem matemática nos processos educativos e de aprendizagens, com base no trabalho colaborativo e escuta dos saberes indígenas e escolares.

REFERÊNCIA

ALMEIDA, Lourdes Werle de; SILVA, Karina Pêsoa da; VERTUAN, Rodolfo Vertuan. **Modelagem matemática na educação básica**. São Paulo: Contexto, 2013.

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; ARAÚJO, Jussara de Loiola; BISOGNIN, Eleni. **Práticas de Modelagem Matemática na Educação Matemática**. Londrina: Eduel, 2011.

BARONI, Rosa Lúcia Sverzut, NOBRE, Sergio. A Pesquisa em História da Matemática e suas relações com a Educação Matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (Org.). **Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas**. São Paulo: Ed. UNESP, 1999. p. 129-136.

BARROS, Aidil de Jesus Paes de; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. **Projeto de Pesquisa: propostas metodológicas**. 13.ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. 3.ed. reimp. São Paulo: Contexto, 2011.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. 2.ed. São Paulo: Contexto, 2002.

D'AMBROSIO, Beatriz Silva. Formação de professores de matemática para o século XXI: O grande desafio. **Pro-Posições**, São Paulo, Vol. 4, n. 1, Março 1993a.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Educação Matemática: Uma visão do estado da arte. **Pro-Posições**, São Paulo, Vol. 4, n. 1, Março 1993b.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de Metodologia**. 5. ed. rev. São Paulo: Saraiva, 2005.

GARNICA, Antônio Vicente Marafioti. Uma agenda para a história da educação matemática no Brasil?, **Revista de História da Educação Matemática**, São Paulo, Vol. 1, n. 1, p. 104-127, 2015.

GONÇALVES, André Luiz. **Um Estudo sobre a Importância da Modelagem Matemática como Metodologia de Ensino**. 2010. 33f. Monografia (Graduação em Matemática) - Faculdade Alfredo Nasser, Aparecida de Goiânia, 2010.

KFOURI, William. **Explorar e Investigar para Aprender Matemática por Meio da Modelagem Matemática**. 2008. 233f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

NOVA ESCOLA. **O Dia a dia do professor**: Como se preparar para os desafios da sala de aula. Rio de Janeiro: Nova Fronteira Participações S. A., 2014.

PAULA, Luís Roberto; VIANNA, Fernando de Luiz Brito. **Mapeando políticas públicas para povos indígenas**. Rio de Janeiro: Contra Capa Livraria; LACED/Museu Nacional/UFRJ, 2011.

PONTE, João Pedro da. Estudos de caso em Educação Matemática. **Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, Vol. 19, n. 25, p. 1-23, 2006.

SANTOS, Alencar Campos dos; CHARLES, Joesio. **Modelagem Matemática para Educação Escolar Indígena: Produção de farinha de mandioca como situação-problema para aulas de matemática**. 2016. 29f. Monografia (Licenciatura Intercultural Indígena) - Universidade Federal do Amapá, Oiapoque, 2016.

SANTOS, Cristiane Santos dos; PACHECO, Karen Vanessa Silva. **Modelagem matemática na educação superior indígena: Uma experiência de avaliação sobre função elementar**. 2018. 26f. Monografia (Licenciatura em Matemática) - Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2018.

SANTO, Cícero; MACLYNE, Diógenes. A Modelagem Matemática como Estratégia no Ensino-Aprendizagem. ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2007, 9. **Anais**. Belo Horizonte: SBEM, UFPE, 2007. p. 1-25.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ. Projeto Político Pedagógico do Curso Educação Escolar Indígena. Macapá, 2005. Disponível em:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ. Atividades Parciais de Ciências Exatas e da Natureza. Oiapoque, 2012a.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ. Avaliações Finais de Ciências Exatas e da Natureza. Oiapoque, 2012b.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ. Diário On-line de Ciências Exatas e da Natureza. Oiapoque, 2013a.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ. Edital nº 09/2013-UNIFAP. Processo Seletivo para ingresso no Curso de Licenciatura Intercultural Indígena. Oiapoque, 2013b. Disponível em: <http://depsec.unifap.br/index.php?c=00913>, Acesso: 15/12/2017.

VALENTE, Wagner Rodrigues. História da Educação Matemática: Interrogações metodológicas, **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Santa Catarina, Vol. 2, n. 1, p. 28-49, 2007.