

MODELAGEM MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA SOCIOCRTICA: UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM PROPÍCIO À INVESTIGAÇÃO E À DESCOBERTA

Mirelly Katiene e Silva Boone - Ifes/Vitoria, mirellyksb@gmail.com

Luciano Lessa Lorenzoni – Ifes/Vitoria, lllorenzoni@ifes.edu.br

Oscar Luiz Teixeira de Rezende – Ifes/Vitória, oscar@ifes.edu.br

RESUMO

Este estudo de natureza qualitativa apresenta uma atividade de Modelagem Matemática, desenvolvida com estudantes do 7º ano do ensino fundamental, com o objetivo demonstrar como o ambiente de aprendizagem amparado pela Modelagem Matemática pode favorecer a investigação e a descoberta nas aulas de Matemática. As investigações acerca do crescimento urbano do município de Colatina aconteceram por meio do desenvolvimento de prática pedagógica amparada pela Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica e realizada em sete momentos que priorizam a exposição de ideias, a pesquisa sobre o tema, a construção de modelos matemáticos e as reflexões subsidiadas pelos modelos produzidos. A interpretação dos dados, obtidos por meio de gravações em áudio e registros escritos produzidos pelos estudantes, evidencia ideias iniciais permeadas pelo senso comum e destaca os estudantes, de modo geral, centrados em si mesmos, que aos poucos, durante a atividade desenvolvida, puderam identificar aspectos e problemas da realidade que antes passavam despercebidos. Os estudantes confrontaram regras propostas pelo poder público e as efetivamente praticadas, de modo que foram tomando consciência da realidade que os cercava e que poderiam questionar a realidade que se apresentava e nela interferir. Concluímos o estudo evidenciando a possibilidade de explorar o tema com referência na realidade e refletir sobre este tema a luz dos conhecimentos matemáticos aplicados durante a investigação e durante as reflexões acerca das descobertas.

Palavras-chave: Modelagem Matemática, Ambiente de Aprendizagem, Crescimento Urbano, Investigação, Descoberta.

1. INTRODUÇÃO

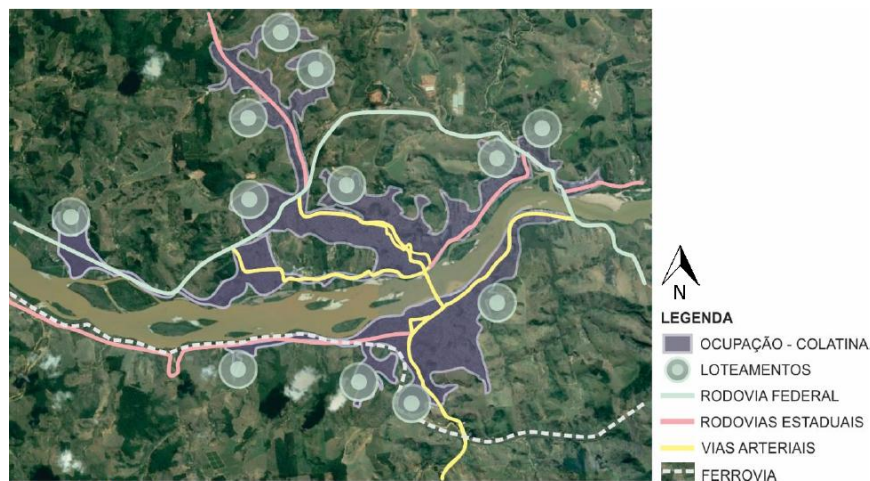
No ano de 2010, de acordo com o censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ¹ a população de Colatina,

¹ Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=320150>>

município localizado na região noroeste do estado do Espírito Santo, atingiu a marca de 111.788 habitantes com expectativa para atingir 123.598 habitantes, em 2016.

O crescimento demográfico influenciou crescimento urbano dando origem ao surgimento de novas ocupações. Os novos loteamentos estavam situados “[...] na borda da cidade consolidada, expandindo o limite urbano [...]” (SIMÕES; MENDONÇA, 2015, p. 15), conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Novos loteamentos



Fonte: Simões e Mendonça (2015, p.15)

Conforme informações obtidas no *site* oficial² do município de Colatina, em dezembro de 2012, o Programa Minha Casa Minha Vida, do Governo Federal, contemplou 881 famílias com a entrega das casas populares no Residencial Vicente Soella. O loteamento que deu origem ao bairro Vicente Soella possui saneamento básico, uma unidade de saúde, é atendido pelo serviço de transporte público, mas não tem escola nem creches. O bairro localiza-se ao norte, distante, aproximadamente, 8,5km do centro da cidade. O bairro Vicente Soella está a uma distância de 1,1km da escola pública municipal onde o estudo foi realizado.

² Disponível em: <http://www.colatina.es.gov.br/noticias/mostrar_noticia.php?area=admin&materia=368>.

Este estudo tem por objetivo demonstrar como o ambiente de aprendizagem amparado pela Modelagem Matemática pode favorecer a investigação e a descoberta nas aulas de Matemática. Para isso, propõe-se uma prática pedagógica orientada pelas ideias da Educação Matemática Crítica, que se preocupa com a formação crítica do estudante com base no ato de refletir sobre a realidade que o cerca à luz de argumentos matemáticos (SKOVSMOSE, 2008), e da Modelagem Matemática na Perspectiva Sociocrítica, que subsidia a construção de um ambiente de aprendizagem propício à discussão a respeito de um tema de natureza sociopolítica próximo da realidade dos estudantes (BARBOSA, 2003).

Nós, autores deste artigo, somos membros do Grupo de Estudo e Pesquisa em Modelagem Matemática e Educação Estatística (GEPEME), um grupo formado por professores e estudantes do Programa de Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática (EDUCIMAT) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), campus Vitória. Nosso objetivo é demonstrar como o ambiente de aprendizagem amparado pela Modelagem Matemática pode favorecer a investigação e a descoberta nas aulas de Matemática no 7º ano de ensino fundamental.

Realizamos este estudo, de natureza qualitativa, no contexto social vivido pelos estudantes e acreditamos que trata-se de uma oportunidade para desenvolver a conscientização e a consciência crítica dos estudantes por meio das reflexões fundamentadas pelo modelo matemático desenvolvido pelos mesmos com base em dados obtidos na pesquisa da realidade.

Iniciamos este artigo apresentando a Modelagem Matemática e em seguida, situamos esta prática no âmbito das diferentes perspectivas em que é desenvolvida. A perspectiva adotada neste estudo ampara a descrição e as discussões desenvolvidas durante a prática pedagógica realizada com base nos princípios da Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica.

2. MODELAGEM MATEMÁTICA

No campo da Educação Matemática, a Modelagem Matemática desempenha o papel de investigar e resolver problemas oriundos da realidade por meio de conhecimentos matemáticos que podem viabilizar o processo de resolução. O desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática implica considerar a referência num contexto real e a busca por estratégias de resolução do problema. A investigação, as descobertas, as conexões entre os modelos matemáticos, a coleta de dados fundamentados na realidade são pontos cruciais no processo ensino-aprendizagem de Matemática por meio da Modelagem.

Inicialmente, na atividade de Modelagem Matemática apresentada, os estudantes são convidados a investigar um tema da com referência na realidade e problematizar a situação real fazendo uso do conhecimento matemático (BARBOSA, 2004). O ato de investigar promove um ambiente favorável à relação professor e estudantes e dos estudantes entre si. Relação esta pautada no diálogo e na reflexão, com espaço para o questionamento, a dúvida, a investigação, a descoberta e conclusões.

Em um ambiente de aprendizagem respaldado pela Modelagem Matemática, não há espaço para ações prescritas pelo professor e executadas pelos estudantes. Neste ambiente todos estão envolvidos em um processo de busca e têm responsabilidades compartilhadas. Barbosa (2001, p. 5) entende a Modelagem Matemática como

[...] uma oportunidade para os alunos indagarem situações por meio da matemática sem procedimentos fixados e com possibilidades diversas de encaminhamento. Os conceitos e ideias matemáticas exploradas dependem do encaminhamento que só se sabe à medida que os alunos desenvolvem a atividade.

Neste estudo, o trabalho com Modelagem Matemática o professor está presente em todas as etapas, mas compartilha a responsabilidade com os estudantes em três etapas da atividade (BARBOSA, 2001). O tema proposto pelo professor, a priori não está relacionado com uma situação matemática,

trata-se de um tema a ser investigado e os estudantes têm a responsabilidade que coletar dados qualitativos e quantitativos acerca do tema discutido. Os dados qualitativos serão utilizados para descrever características do tema gerador e os dados quantitativos serão utilizados para construir os modelos matemáticos que darão suporte às discussões mais aprofundadas referentes ao tema.

2.1 A Perspectiva Sociocrítica

A perspectiva de uma atividade de modelagem matemática é definida pela intencionalidade do professor. Para Barbosa e Santos (2007, p. 2)

[...] propósitos diferentes implicam em diferenças nas formas de organizar e conduzir as atividades de Modelagem. Isso nos força a refletirmos sobre as maneiras como as práticas de sala de aula representam ou constituem perspectivas mais amplas sobre Modelagem Matemática.

Um estudo desenvolvido por Kaiser e Sriraman (2006, *apud* BARBOSA; SANTOS, 2007, p. 1) resultou na identificação de cinco perspectivas com aspectos distintos em que a atividade de Modelagem Matemática pode acontecer. Segundo Barbosa e Santos (2007), quando a intenção é desenvolver habilidades matemáticas, pode-se escolher a epistemológica, a educacional ou a contextual; quando a intenção é o desenvolvimento das habilidades de resolução de problemas aplicados, trata-se da perspectiva realística. Quando se pretende analisar a natureza e o papel dos modelos matemáticos na sociedade, trata-se da perspectiva sociocrítica. Assim, temos a intenção de promover a discussão em torno de questões sociopolíticas que ampliem o entendimento dos estudantes acerca da sociedade em que vivem e em ter a matemática como suporte para esta discussão.

Na perspectiva sociocrítica, Barbosa (2003) apresenta uma proposta em que os estudantes são convidados a estudar a matemática presente nas as práticas

sociais e a função que ela exerce neste contexto. O autor considera a Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica como

[...] uma oportunidade para reconhecer o poder formatador da matemática e desafiar a ideologia da certeza. Para atingir esse fim, as atividades de Modelagem Matemática podem estimular situações em que os alunos percebam que os modelos matemáticos não são neutros, mas que eles dependem de onde são produzidos e como são usados, fragilizando a ideia de que a matemática é a descrição pura da realidade. (p. 3)

Vivemos em uma sociedade democrática, altamente tecnológica e capitalista. Tais características exigem que o processo educacional ofereça oportunidades para as discussões sobre essas características e que os estudantes possam ampliar o campo de conhecimentos acerca do assunto. Diante disso, adotamos os princípios da Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica para fundamentar esta prática pedagógica visando possibilitar que os estudantes adquiram os conhecimentos matemáticos, mas aprendam, sobretudo, a compreender e participar da sociedade em que vivem, à luz desses conhecimentos.

Segundo Babosa (2003, p. 6) “[...] a capacidade de compreender e criticar argumentos matemáticos postos nos debates locais ou gerais pode potencializar a intervenção das pessoas nas tomadas de decisões coletivas”. Para o autor, as atividades escolares precisam preparar os alunos para exercerem a cidadania e refletirem sobre a natureza crítica da Matemática.

Dessa forma, para participar do debate em sociedade é preciso estar consciente em relação ao tema em discussão. Essa consciência tem a ver com o processo de conscientização, defendido por Freire (1979), que possibilita ao estudante investigar e conhecer a realidade, podendo, assim, debater e intervir. Proporcionar aos estudantes a oportunidade de discutir e refletir sobre os papéis da Matemática na sociedade contemporânea é característica principal da perspectiva sociocrítica, uma perspectiva da Modelagem Matemática que tem por objetivo desenvolver o conhecimento reflexivo (BARBOSA, 2001, 2003), ou seja, a capacidade de discutir as implicações dos resultados

matemáticos, decorrentes da resolução da situação-problema na sociedade (SKOVSMOSE, 2013).

Skovsmose (2013) contribui consideravelmente para a compreensão do ambiente de Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica. O autor nos apresenta três tipos de conhecimentos relacionados com o processo de Modelagem Matemática: conhecimento matemático, conhecimento tecnológico (como construir e usar um modelo) e conhecimento reflexivo, já mencionado e considerado por Skovsmose (2013) um conhecimento desenvolvido em um metanível, um metaconhecimento, um tipo de conhecimento capaz de prever e analisar os resultados de sua própria produção, um conhecimento que capta a situação em que o conhecimento tecnológico funciona.

Respaldo pelas ideias de Ole Skovsmose, Barbosa (2004) considera o ambiente de aprendizagem amparado pela Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica propício a determinadas ações e discussões, investigações e descobertas.

3. O AMBIENTE DE MODELAGEM MATEMÁTICA E AS REFLEXÕES ACERCA CRESCIMENTO URBANO NO MUNICÍPIO DE COLATINA

O ambiente de aprendizagem construído nesse estudo envolve uma prática pedagógica – descrita na Tabela 1 – elaborada em harmonia com as etapas da atividade de Modelagem descrita por Barbosa (2001) e com as preocupações da Educação Matemática Crítica. Há que se ressaltar que os momentos dessa prática não foram previamente constituídos. Eles foram acontecendo com base nas indagações dos alunos e na mediação da professora.

Tabela 3 – Momentos da prática pedagógica

MOMENTOS	ATIVIDADE
1.º	Diagnóstico inicial: como é o seu bairro?
2.º	Pesquisa sobre o processo de loteamento de terrenos e a construção de bairros projetados, realizada no Laboratório de Informática Educacional (Lied)
3.º	Palestra ministrada por uma arquiteta e urbanista falando sobre o Processo de Urbanização do município de Colatina-ES
4.º	Checagem (produção de texto com base nos registros feitos durante a pesquisa no laboratório de informática e durante a palestra)
5.º	Visita ao bairro Vicente Soella, projetado para a construção de casas populares
6.º	Organização dos dados (construção dos modelos) e reflexões
7.º	Relato de experiência

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Iniciamos a atividade de Modelagem Matemática com o momento de ambientação mostrando aos os estudantes a questão do crescimento urbano no município de Colatina, em seguida, ele foram convidados a falar sobre o bairro onde moram.

Professora: a atividade que vamos fazer trata do espaço onde vivemos, todos nós moramos em um bairro. Vocês gostariam de relatar como é bairro onde moram?

Estudantes: Sim.

Professora: Gostaria de convidá-los a participar desta atividade, vocês aceitam meu convite?

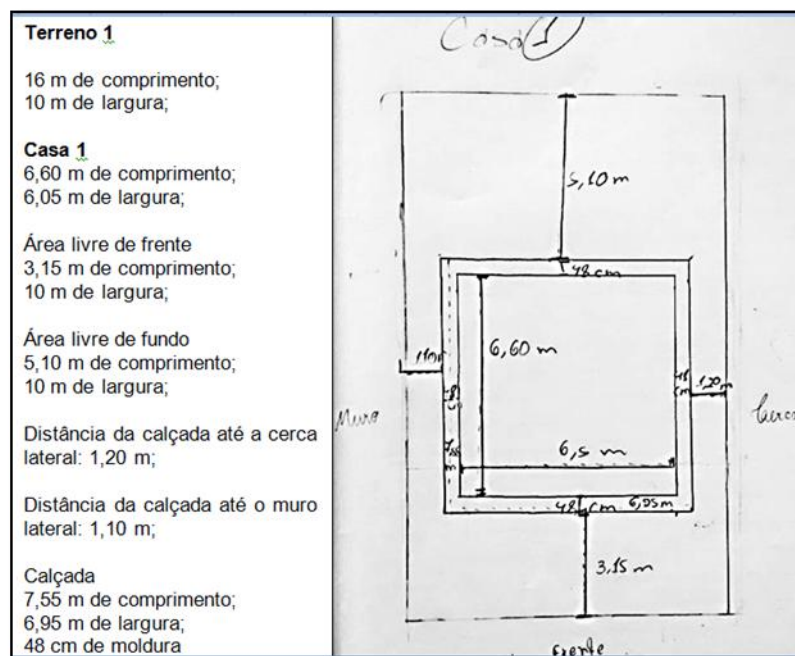
Estudantes: Sim.

Embora os estudantes tenham dito “sim” ao questionamento da professora-pesquisadora, os olhares desconfiados e a estranheza permeavam o ambiente. Percebia-se que disseram “sim”, timidamente, mas não estavam entendendo o motivo do questionamento. Pelo silêncio dos estudantes, após dizer “sim”, entende-se que existia dúvida sobre o motivo pelo qual se fazia um convite para participar da atividade, afinal isso nunca havia acontecido. Pela reação dos estudantes, seria precipitado afirmar que o convite foi aceito ou recusado naquele momento, então, deu-se prosseguimento com uma aula expositiva realizada por uma arquiteta e urbanista que atua na Secretaria de Planejamento Urbano de Colatina. A palestrante abordou a questão dos serviços urbanos essenciais ao processo de urbanização, falou sobre as consequências do crescimento urbano desordenado e sobre parâmetros urbanísticos definidos no Plano Diretor Urbano do município que regulamento

as construções. A palestrante simulou cálculos referentes à taxa de ocupação; ao coeficiente de aproveitamento e à taxa de permeabilidade utilizando dados aleatórios.

Com base nestas orientações, realizamos uma visita ao bairro Vicente Soella e os estudantes mediram cinco terrenos diferentes, dentre eles um terreno destinado à construção de uma residência e com base nas medições construíram um modelo matemático para representar a realidade visitada.

Figura 2 – Dimensões do terreno e da casa e o respectivo modelo matemático



Fonte: Elaborada pelos autores com base nos registros dos estudantes

O estudante efetuou a conversão das medidas obtidas em metros para centímetros, em uma escala de 1/100, e produziu o desenho destacando o terreno, a área construída, as calçadas e os espaços livres de frente, de fundo e nas laterais. A análise do modelo matemático permite realizar uma comparação entre os índices urbanísticos previstos em lei e os índices urbanísticos calculados a partir de dados reais obtidos durante a visita ao bairro Vicente Soella. O diálogo que segue evidencia o momento da descoberta de

uma incoerência entre os índices urbanísticos previstos em lei e os índices calculados a partir de dados reais. O diálogo mostra também a repercussão da descoberta entre os estudantes.

Professora: Eu tenho uma dúvida e gostaria de analisar as medidas! A arquiteta falou que para construir uma casa é preciso ter alguns afastamentos nas laterais e na frente. Tem que ter 1,5m de afastamento na lateral direita; 1,5m de afastamento na lateral esquerda e tem que ter 3m de afastamento de frente. Agora gostaria que analisassem o terreno que foi desenhado, ele tem essas medidas?

(Instante de silêncio)

E.01: Não, de um lado tem 1,1m e do outro tem 1,2m.

Professora: Estas medidas estão de acordo com a legislação?

Estudantes: Não!

Professora: Que conclusão a gente chega, analisando isso?

E.01: Que foi mal feito!

E.14: Que a casa poderia ser um pouco maior? Menor?

E.12: A casa era pra ser mais planejada!

E.01: Não foi planejado! Fizeram de qualquer jeito!

E.11: Fizeram errado!

Professora: Faltou o que? Faltou observar o que?

E.11: Faltou medir!

E.14: Foi a pressa, quiseram fazer um monte de uma vez só!

O modelo matemático construído e o questionamento da professora provocaram um momento de silêncio, mas trata-se aqui do silêncio apenas da fala, enquanto a mente refletia e procurava a resposta. Os estudantes buscaram os registros referentes aos índices urbanísticos e compararam com as dimensões dos terrenos em seguida, E.01 concluiu que as medidas não estavam de acordo com a legislação. A reflexão crítica com base no modelo matemático que representa o primeiro terreno visitado revelou uma incoerência entre os índices previstos em lei e os índices encontrados na realidade. Diante dessa constatação, no diálogo que segue, E.12 expõe sua conclusão:

E.12: Ao invés de ser largo demais, tinha que ser comprido. Não tem espaço suficiente pra ser largo, mas ele tem comprimento.

Professora: Então como deveria ser a casa?

E.12: Comprida!

Professora: Aproveitar melhor o comprimento do terreno...

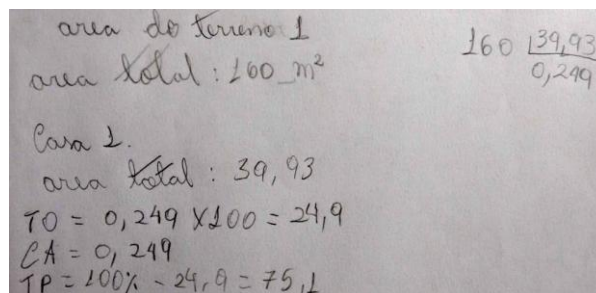
E.12: E dar distância correta na largura (nas laterais).

Professora: Então esses parâmetros de afastamento foram atendidos de acordo com a legislação?

Estudantes: Não!

Após a descoberta de que a casa poderia ser mais comprida, os estudantes realizaram os cálculos referentes aos índices urbanísticos – taxa de ocupação, taxa de permeabilidade e coeficiente de aproveitamento – apresentados pela arquiteta durante a palestra. A Figura 3 mostra os cálculos referentes aos índices urbanísticos, fazendo uso dos dados reais disponíveis.

Figura 3 – Cálculo dos parâmetros urbanísticos referentes ao terreno 1



area do terreno 1
area total: 160 m²

160 | 39,93
0,249

Casa 1.
area total: 39,93

$TO = 0,249 \times 100 = 24,9$
 $CA = 0,249$
 $TP = 100\% - 24,9 = 75,1$

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos registros dos estudantes (2016)

A presença modelo matemático associado ao cálculo de área do terreno 1 e da casa 1 apresentado na Figura 2 sustentam a constatação de E.12. A estudante percebeu que, apesar de estar de acordo com os parâmetros, o terreno realmente não foi bem aproveitado, ela compreendeu a situação das reflexões realizadas com base no modelo matemático.

4. O CRESCIMENTO URBANO SOB O OLHAR DA MODELAGEM MATEMÁTICA

O estudo sobre o crescimento urbano do município de Colatina/ES aconteceu com estudantes de uma escola pública do município. Com a oportunidade de conhecer o tema, pesquisar dados com referência na realidade, construir o modelo matemático e interpretar este modelo com base nos parâmetros urbanísticos definidos pelo plano diretor urbano do município, os estudantes manifestaram suas ideias fundamentadas pelo argumento matemático, conforme prevê Barbosa (2003). Skovsmose (2014) chama de *matemacia*,

essa habilidade de ler e compreender a realidade por meio de números e gráficos.

O ambiente de aprendizagem amparado pela Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica deu voz aos estudantes por meio do diálogo, do debate, dos registros escritos e das discussões acerca dos modelos matemáticos analisados à luz da legislação vigente. O conhecimento matemático se faz presente por meio da realização de cálculos de índices urbanísticos, cálculos de área, medições e conversão de medidas. Os conhecimentos matemáticos e tecnológicos presentes no trabalho matemático unem-se ao conhecimento reflexivo representado pelas afirmações com as quais inicio este texto. O conhecimento reflexivo presente nas atividades permite que a prática pedagógica desenvolvida neste estudo alcance resultados para além da aprendizagem dos conteúdos, permite que os estudantes pesquisem, descubram, questionem, avaliem a descoberta e sejam protagonistas no processo de aprendizagem em Matemática.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. C. Modelagem na educação matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 24., 2001, Caxambu. **Anais...** Rio Janeiro: Anped, 2001.

_____. **Modelagem Matemática e a perspectiva sócio-crítica.** Trabalho apresentado no Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, Santos - SP, 2003. Disponível em: <<http://www.furb.br/cremm/arquivos.php?secao=8&texto=52>> Acesso em: 15 de jan. 2016.

_____. Modelagem matemática: O que é? Por quê? Como? **Veritati**, n. 4, p. 73-80, 2004.

BARBOSA, J. C.; SANTOS, M. A. **Modelagem Matemática, perspectivas e discussões.** Trabalho apresentado no Encontro Nacional de Educação Matemática, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/Comunicacao_Cientifica/Resumos/

CC86136755572R.doc> Acesso em: 10 de jan. 2016.

FREIRE, P. **Conscientização**: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

SIMÕES, R. M.; MENDONÇA, E. M. S. Evolução Urbana de Colatina-ES e a Transformação do Papel do Rio Doce no Sistema de Espaços Livres. **X Colóquio Quapá-Sel** – Brasília, 2015. Disponível em: <<http://quapa.fau.usp.br/wordpress/wp-content/uploads/2015/11/Evolu%C3%A7%C3%A3o-urbana-de-Colatina-ES-e-a-transforma%C3%A7%C3%A3o-do-papel-do-Rio-Doce-no-sistema-de-espacos-livres.pdf>>. Acessado em: 01/05/2017

SKOVSMOSE. O. **Educação matemática crítica**: a questão da democracia. Tradução de Abgail Lins e Jussara de Loiola Araujo. 6. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2013.

_____. **Um convite à educação matemática crítica**. Tradução de Orlando Andrade Figueiredo. Campinas, SP: Papyrus, 2014.