



VII CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENSINO DA MATEMÁTICA

ULBRA – Canoas – Rio Grande do Sul – Brasil.

04, 05, 06 e 07 de outubro de 2017

INTEGRANDO SIMULAÇÕES NETLOGO E MODELAGEM MATEMÁTICA PARA A PRÁTICA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Daniana de Costa¹

Edilson Pontarolo²

Educação Matemática nos Anos Finais no Ensino Fundamental

Resumo: O artigo apresenta resultados parciais de um projeto de que visa explorar a Educação Ambiental na disciplina de matemática em quatro turmas do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal localizada na zona urbana de São Lourenço do Oeste – SC. Para tanto, foi utilizada a Modelagem Matemática como uma estratégia para o desenvolvimento das práticas pedagógicas juntamente com simulações interativas implementadas no ambiente Netlogo para dar suporte às atividades. Durante as intervenções pedagógicas as observações realizadas pela professora (pesquisadora participante) foram registradas em um diário de campo e após a aplicação das práticas pedagógicas foram utilizados questionários semiestruturados *on-line* para realizar a avaliação junto aos estudantes. De maneira geral, o ambiente interativo Netlogo se mostrou válido como suporte para as atividades com Modelagem Matemática e para contribuir com a prática da Educação Ambiental, pois possibilitou a reflexão sobre a temática ambiental e melhor compreensão por parte dos estudantes a respeito dos conteúdos matemáticos envolvidos nas problematizações.

Palavras-chave: Ensino Fundamental. Educação Matemática. Meio ambiente. Simulações interativas.

1. INTRODUÇÃO

As tecnologias da informação e comunicação (TIC) vêm sendo utilizadas como suporte para o processo ensino e aprendizagem ou como uma alternativa para o complemento das aulas, pois envolvem aspectos visuais, cognitivos e criativos.

Quanto à contribuição das tecnologias informáticas para as aulas de matemática, Almeida, Silva e Vertuan (2012) afirmam que estas têm servido como âncora para o desenvolvimento da Modelagem Matemática, por exemplo.

De acordo com Sthal (2004) a *modelagem*³ se configura como uma estratégia para o ensino da matemática e a caracteriza, em sua essência, como o processo de criação e recriação de modelos, ou seja, o mecanismo de integração entre uma dada situação-problema a ser resolvida e a matemática.

Nesse sentido, o nosso objetivo foi explorar situações-problema oriundas do meio ambiente na disciplina de matemática por meio da modelagem e tendo como suporte para essas atividades o ambiente interativo Netlogo visto que os Parâmetros Curriculares Nacionais

¹ Licenciada em Matemática pela UTFPR. Mestranda em Desenvolvimento Regional – Linha de pesquisa Educação e Desenvolvimento pela UTFPR Campus Pato Branco. danianadecosta@yahoo.com.br

² Doutor em Informática na Educação pela UFRGS. Professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da UTFPR Campus Pato Branco. epontarolo@utfpr.edu.br

³ No texto, *Modelagem* refere-se à Modelagem Matemática como atividade pedagógica.

(PCN) estabelecem o Meio Ambiente como um tema transversal, e que, portanto, deve ser abordado de maneira integrada às diferentes áreas e disciplinas (BRASIL, 1997). O software Netlogo (WILENSKY, 1999) fornece um ambiente programável voltado à construção de simulações interativas. Dessa forma, professores e alunos podem produzir modelos de fenômenos reais e interagir com estes por meio de representações visuais no computador.

Outrossim, os anos finais do Ensino Fundamental (EF) carecem de Recursos Educacionais Abertos (REA) que sejam adequados aos conteúdos específicos de cada disciplina, mantendo-se atrativos aos estudantes e simples de serem usados e incorporados ao planejamento pedagógico. A definição básica de REA segue o proposto em 2011 pela Unesco e a Commonwealth of Learning (COL), como “materiais de ensino, aprendizado e pesquisa, em qualquer suporte ou mídia, que estão sob domínio público, ou estão licenciados de maneira aberta, permitindo que sejam utilizados ou adaptados por terceiros” (SANTANA; ROSSINI; PRETTO, 2012, p. 10).

Portanto, esta comunicação apresenta alguns aspectos de REA integrados à etapa de intervenção pedagógica de um projeto de mestrado que investiga o emprego da modelagem como estratégia pedagógica para o trabalho transversal de Educação Ambiental nos anos finais do EF.

2. O USO DAS TIC E A MODELAGEM MATEMÁTICA

A partir do advento do computador o professor tem se confrontado com a necessidade de reorganizar seus métodos de ensino (ALMEIDA, 2015). Além disso, quanto ao uso do computador para ensinar e/ou aprender matemática, Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 31) afirmam que “[...] requer conhecimento, uma vez que é preciso saber o que, exatamente, se deseja que o computador faça.”

Almeida (2015 apud BORBA; PENTEADO, 2001, p. 17) justifica a incorporação desse recurso nas atividades escolares pelo fato da “alfabetização tecnológica” do estudante que significa aprender a ler essa nova mídia e que, portanto, está relacionado à inserção do computador nas atividades essenciais do estudante.

Quanto ao uso das TIC no processo de modelagem para o ensino da matemática, Dalla Vecchia e Maltempo (2012) apontam que estas permitem que a modelagem se potencialize, pois a tecnologia remete a uma realidade que não é física.

A modelagem, como o próprio nome indica, está vinculada a um modelo. Bassanezi (2010) define como modelos matemáticos os conjuntos de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto em estudo.

Desse modo pode-se dizer que a modelagem é concebida como um processo que consiste na tradução de situações-problema, provenientes do cotidiano ou de outras áreas do conhecimento, segundo a linguagem simbólica da matemática, fazendo aparecer um conjunto de símbolos ou relações matemáticas – modelo matemático – que procura representar ou organizar a situação-problema proposta com vistas a compreendê-la ou solucioná-la (BASSANEZI, 2010) levando em conta que o estudo de problemas da realidade favorece o engajamento do aluno.

3. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Partindo do pressuposto de que a modelagem envolve situações-problema oriundas da realidade, então essa estratégia pedagógica e a Educação Ambiental (EA) podem andar juntas pelo fato da modelagem ser válida para a transposição da problemática ambiental na disciplina de matemática e isso se verifica, por exemplo, por meio dos trabalhos de Groenwald e Filipsen (2003), Ferreira e Wodewotski (2005) e Santos e Bisognin (2007).

Para discutir a Educação Ambiental na Educação Matemática, Caldeira (1998, p. 16) utilizou a modelagem para justificar que “[...] quantificando problemas ambientais, teremos uma visão mais clara do fenômeno que está ocorrendo no ambiente, criando assim a oportunidade para poder atuar no sentido de modificar em alguns aspectos a qualidade do ambiente estudado.” Assim, a temática ambiental tem conquistado espaço na modelagem.

O cenário ambiental que tem se configurado ao longo do tempo aponta para a necessidade da discussão e inserção destes aspectos no âmbito da sala de aula. Segura (2001) afirma que as formas hegemônicas de desenvolvimento econômico e de racionalidade são causas do desequilíbrio ambiental. Portanto, acredita-se que nas práticas pedagógicas é necessário caminhar na direção da reflexão com a intenção de transcender informações, visando desenvolver a criticidade, ou seja, a leitura crítica do mundo (FREIRE, 2005).

Em relação à educação formal, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) da Educação Básica estabelecem a EA como elemento estruturante que mobiliza atores sociais comprometidos com a prática político-pedagógica “capaz de promover a ética e a cidadania ambiental” (BRASIL, 2013, p. 535). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) por meio da temática do Meio Ambiente apontam para o tratamento de discussões sobre esta problemática no âmbito escolar de tal maneira que venha contribuir para a formação de cidadãos conscientes, comprometidos com a vida, o bem-estar da sociedade local e global (BRASIL, 1997). Assim, torna-se necessária a discussão das questões ambientais nos diversos

níveis de ensino, no Ensino Fundamental de maneira específica, sugere-se que a temática seja tratada de maneira transversal, conforme proposto pelos PCN.

Contudo, entendemos que a EA não deve ser concebida apenas como a disseminação de um conjunto de conteúdos relativos às relações entre sociedade e natureza conforme os pressupostos da EA conservadora. Pelo contrário, estamos de acordo que a EA, da qual o professor se apropria para a sua prática, necessita conduzir o educando a uma consciência crítica no tocante ao ambiente. Sendo assim, por meio dos resultados da apropriação crítica e reflexiva dos conhecimentos sobre os problemas ambientais, poderão ser garantidos os espaços de construção e reelaboração de valores éticos para uma relação menos predatória entre os sujeitos e o ambiente (TOZONI-REIS, 2008).

4. METODOLOGIA

A fase exploratória da pesquisa foi realizada na Escola Básica Municipal Irmã Cecília, localizada na zona urbana de São Lourenço do Oeste, SC. A ação pedagógica transcorreu durante o segundo semestre letivo de 2016 nas aulas regulares da disciplina de matemática, em quatro turmas do 9º ano do Ensino Fundamental, totalizando 79 alunos participantes com idade entre 13 e 17 anos, sendo que o processo teve início após a autorização da direção da escola, aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa e trâmite dos termos de consentimento do responsável e assentimento dos adolescentes participantes da pesquisa. O “ambiente natural” de investigação foi a sala de aula em turmas nas quais a professora da disciplina de matemática assumiu também o papel de pesquisadora participante (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Durante a intervenção pedagógica a professora pesquisadora utilizou um diário de campo para o registro das observações e após as atividades foram enviados aos alunos questionários semiestruturados para coleta *on-line* de dados.

4.1 A elaboração do modelo matemático

Para começar a explorar a temática ambiental durante as aulas de matemática, os alunos assistiram ao documentário *A História das Coisas*⁴. Esse vídeo possibilitou diversas discussões em sala de aula sobre a temática e chamaram a atenção dos alunos alguns dados matemáticos que aparecem no vídeo, os quais permitiram que fosse iniciado o trabalho com

⁴ O documentário *A História das Coisas* foi lançado em 2007 pela ambientalista norte-americana Annie Leonard. Resume o resultado de duas décadas de pesquisas sobre o sistema de produção e descarte de materiais e trata da exploração dos recursos naturais para o abastecimento da indústria e o consumo exagerado de bens materiais.

modelagem: “[...] desapareceram 80% das florestas originais do planeta, só na Amazônia perdemos 2000 árvores por minuto, o equivalente a um campo de futebol por minuto [...].”

A partir dessa informação foi introduzido o conceito de Função. Assim, no processo de inteiração o problema delimitou-se em analisar a quantidade de árvores perdidas bem como a área destruída de acordo com a variação do tempo em diferentes unidades de medida. Na etapa da matematização e resolução foi estabelecida a hipótese inicial de que é possível estabelecer uma relação entre a quantidade de árvores perdidas em relação ao tempo e foram definidas as variáveis $x = \text{tempo (min)}$ e $y = \text{quantidade de árvores perdidas}$.

Visto que o propósito desta atividade foi introduzir a noção de função e apresentar a metodologia da modelagem, então parte da atividade foi resolvida pela professora com a participação dos discentes.

O objetivo inicial foi levá-los a perceber que há uma relação entre duas grandezas e quando uma delas é alterada, o valor da outra grandeza também sofre alterações e este tipo de situação está associada à ideia de função. Para tanto está sendo considerada a primeira parte da informação extraída do vídeo: *na Amazônia são perdidas 2000 árvores por minuto, o equivalente a um campo de futebol por minuto.*

A partir das sequências dos valores representados em uma tabela foi possível chegar ao modelo matemático que representa a situação problema e que também pode ser designado como a lei da função (Figura 1).

$y = 2000 \cdot x \rightarrow$ lei da função
árvore \rightarrow qualquer quantidade de tempo
A quantidade de árvores destruídas depende do tempo

Figura 1 – Anotação de um aluno sobre o modelo matemático representando a Lei da Função.

4.2 O uso do ambiente interativo Netlogo

As atividades desenvolvidas neste projeto abrangeram a construção e discussão de modelos matemáticos elaborados em grupos pelos estudantes, exploração orientada dos REA e redescrição dos modelos algébricos e gráficos.

Os REA construídos e utilizados neste projeto pertencem à categoria de simulações didáticas (Figura 2). Os mesmos foram programados empregando-se *multiagentes* reativos e recursos gráficos do ambiente Netlogo versão 5.3.1 (WILENSKY, 1999). Antes de ser

disponibilizado para uso pedagógico, os modelos eram exportados para o formato HTML5⁵ permitindo a interatividade em navegadores web compatíveis com este padrão e com a vantagem de que se mantém o acesso ao código-fonte completo do REA, escrito na linguagem de programação do Netlogo, sem a necessidade de instalar nenhum *plugin* adicional. Isso facilita seu reuso aberto, ou seja, que possam ser utilizados ou adaptados por terceiros.

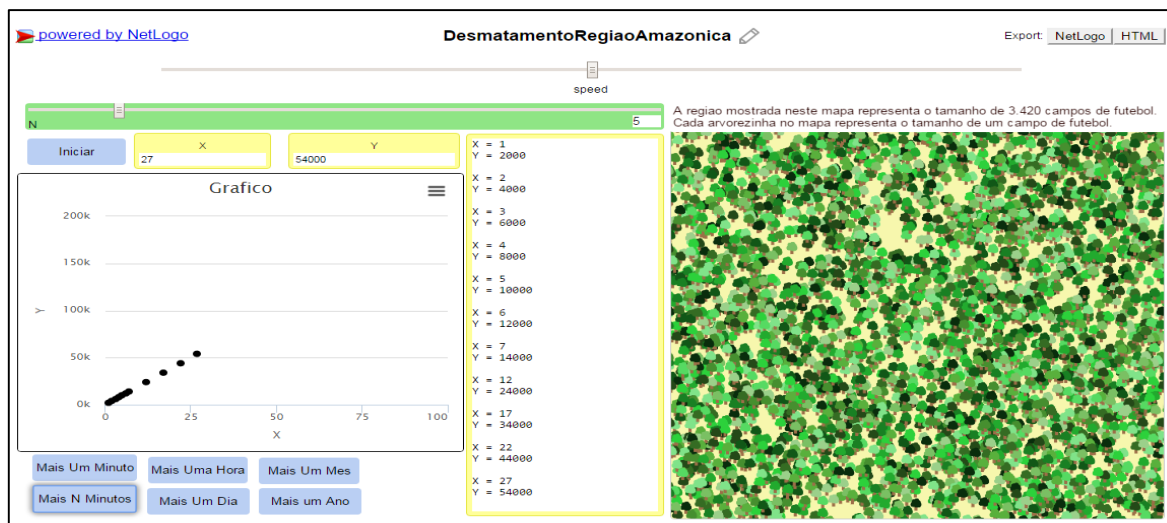


Figura 2 – Conforme a variação do tempo (x) observa-se a quantidade de árvores destruídas (y) na tabela de dados, a representação gráfica e a animação (árvores que desaparecem).

Os REA interativos foram construídos com a intenção de dar suporte ao processo ensino e aprendizagem concernente ao estudo das Funções Polinomiais do 1º Grau (Figura 3) e potencializar o processo de modelagem (DALLA VECCHIA; MALTEMPI, 2012).

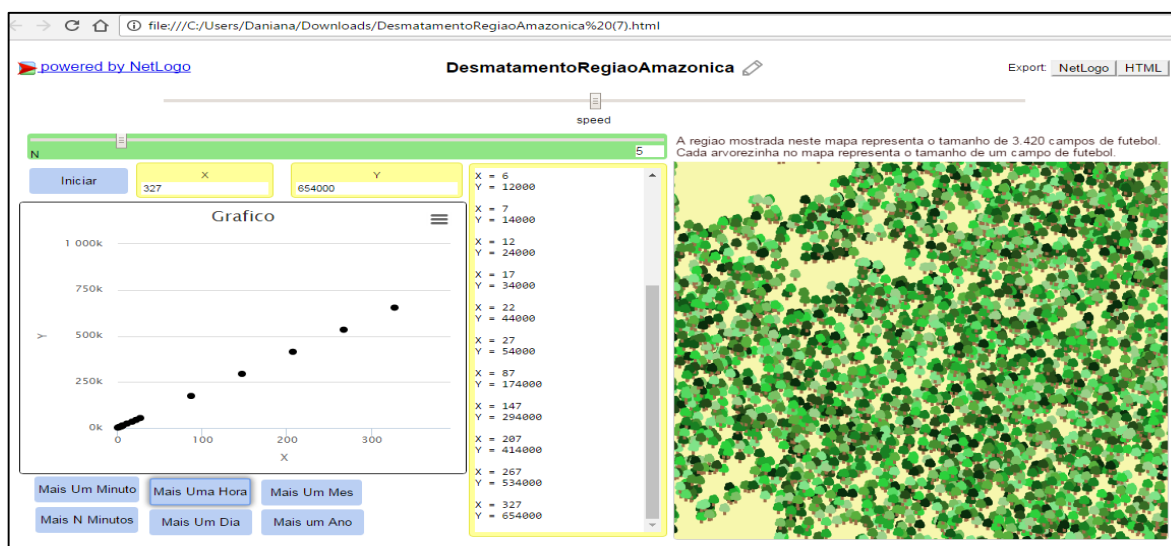


Figura 3 – A variação do tempo evidencia que a representação gráfica do modelo é uma reta.

⁵ A linguagem HTML5 comporta “[...] Suporte nativo para gráficos vetoriais escaláveis (SVG) e matemática (MathML); [...] Recursos para permitir a acessibilidade de aplicativos ricos; [...]” (W3C CONSORTIUM, 2014).

Esse modelo simplificado da temática ambiental possibilitou a construção do objeto interativo que permitiu ao aluno explorar determinadas características de um fenômeno (evolução do desmatamento) de maneira controlada. O modelo adotado é tal que o aluno faça variar parâmetros do fenômeno simulado e possa observar o mesmo resultado em diferentes formas, como gráficos dinâmicos, tabelas de dados e animação (Figuras 2 e 3).

Após a construção do modelo matemático em sala de aula, o mesmo foi explorado pelos alunos no laboratório de informática da escola por meio do REA interativo (Figura 4).



Figura 4 – Alunos interagindo com as simulações Netlogo no laboratório de informática.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os alunos podem obter os dados para modelagem mensurando diretamente as variáveis de interesse de um objeto de estudo (situação-problema) e/ou a partir de fontes indiretas, por exemplo, analisando a bibliografia ou consultando especialistas. Os REA da categoria simulação podem eventualmente disponibilizar estes dados, principalmente quando as demais fontes são inviáveis ou de difícil acesso. Dessa forma, viabilizam o uso da modelagem com esse público-alvo, mantendo em grande parte o aspecto de “realidade” da situação-problema escolhida para ser modelada.

A experimentação com a simulação “Desmatamento da Amazônia” confirmou uma expectativa de que os alunos do 9º ano identifiquem o comportamento linear do modelo subjacente (Função do 1º grau) conforme a variação do tempo. Por outro lado, mesmo havendo múltiplas representações do fenômeno sendo simuladas, é representativo o relato da permanência de determinados limites de abstração, por exemplo, compreender o fato de que a

cada minuto desaparecem em média duas mil árvores, ou uma área equivalente ao tamanho de um campo de futebol.

Quanto à questão do questionário *on-line* “*Como essas atividades contribuíram para a sua aprendizagem?*” foram obtidas 76 respostas sendo que 73,7% dos estudantes afirmaram que as atividades contribuíram para a sua aprendizagem valendo-se de justificativas, tais como “facilitou para entender o conteúdo, cálculos e o gráfico”, “ajudou a reforçar ou simplificar o conteúdo”, “tornou as aulas diferentes, mostrou algo que não conhecia”, “ajudou para tornar mais consciente ou para cuidar mais do meio ambiente”. Outros 19,7% afirmaram que as atividades não contribuíram ou que pouco lhe ajudaram e 6,6% demonstraram dúvidas quanto a contribuição dessas atividades para a sua aprendizagem pelo fato de não ter compreendido o modelo matemático e nem o ambiente interativo.

Quanto aos registros do diário de campo da pesquisadora, alguns estão relacionados com as atividades desenvolvidas no Netlogo e outros com as discussões sobre a temática ambiental envolvida na atividade.

No tocante ao uso do ambiente interativo, os alunos perceberam que com o passar do tempo a quantidade de árvores perdidas se torna expressiva e isso acontece em regiões diferentes da animação, portanto apontaram que o desmatamento não parece tão evidente pelo fato de não estar concentrado num único local da Floresta. Quanto à representação gráfica da função, concluíram que ao ligar os pontos na região do gráfico tem-se uma reta.

Em relação às discussões que foram provocadas no decorrer das aulas, comentaram que a mídia mostra os locais onde o desmatamento é pouco visível ainda e que as consequências da destruição da Floresta não afetam somente as pessoas que moram nas regiões mais próximas. As consequências são para todos, pois é em nível global visto que aumenta a temperatura do planeta, o efeito estufa, há alteração das chuvas e extinção de animais e plantas, por exemplo. Contudo, comentaram que as pessoas não estão preocupadas com estas consequências, com sua saúde e qualidade de vida, mas sim com o lucro obtido por meio da extração de recursos naturais.

Diante disso, comentaram também sobre a legislação ambiental no país, sobre a importância de termos conhecimento sobre as questões ambientais para a criação de leis que beneficiem o ambiente e que é importante prestar atenção na hora de escolher os representantes políticos.

Sobretudo, questionaram quando o homem vai parar de prejudicar a si mesmo em função do alto índice de produção. O problema da Amazônia afeta a vida no Planeta, portanto,

a todos. Nesse sentido, grande parte dos alunos concluiu que todos perdem na qualidade de vida e apenas uma minoria ganha financeiramente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a quantidade de escolas equipadas com laboratório de informática no país tenha aumentado na última década, Javaroni e Zampieri (2015) afirmam que as TIC nem sempre são utilizadas nas aulas de matemática. Portanto, na Educação Matemática, torna-se cada vez mais necessário discutir sobre a inserção das TIC no contexto escolar no sentido de dar orientações aos professores quanto à apropriação correta dessas ferramentas para suas práticas pedagógicas na tentativa de melhorar o processo ensino e aprendizagem.

Sobretudo, em um contexto em que muitos professores ainda associam a temática do meio ambiente apenas com disciplinas como a Geografia e Ciências, faz-se necessário refletir sobre como tratar das questões ambientais na disciplina de matemática objetivando promover a reflexão e o desenvolvimento do senso crítico do aluno quanto às questões ambientais e a relação homem natureza.

Essa proposta possibilitou desenvolver um trabalho que integrou o uso das TIC para a modelagem tendo como pano de fundo a temática ambiental objetivando a prática da Educação Ambiental na disciplina de matemática.

O uso do ambiente interativo teve uma boa aceitação entre grande parte dos estudantes, pois as atividades desenvolvidas no Netlogo contribuíram para a aprendizagem do conteúdo matemático facilitando sua compreensão, os cálculos e a construção do gráfico. Também ajudou para reforçar o processo de modelagem realizado em sala de aula e constituiu-se como um diferencial nas aulas, contribuindo para reflexão sobre a problemática ambiental.

A modelagem, a partir da temática ambiental, possibilitou a discussão da relação do homem com a natureza e suas consequências para toda a humanidade. Notou-se indícios de uma consciência crítica por parte dos estudantes quanto a esse assunto pelo fato de terem sido evidenciados nas falas aspectos geográficos, econômicos, políticos, sociais e não apenas referentes a uma concepção naturalista de meio ambiente que leva em conta os aspectos biológicos. Portanto, acreditamos que esse trabalho contribuiu para desenvolver uma Educação Ambiental no sentido crítico.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, H. R. F. L. Das tecnologias às tecnologias digitais e seu uso na Educação Matemática. **Nuances: estudos sobre Educação**, Presidente Prudente-SP, v. 26, n. 2, p. 222-239, mai/ago. 2015.
- ALMEIDA, L. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem matemática na educação básica**. São Paulo: Contexto, 2012.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. 3ª ed., São Paulo: Contexto, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente, saúde**. Brasília: MEC/SEF, 1997. 128p.
- BRASIL. Resolução n. 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 116, seção 1, p. 70, 18 jun. 2012.
- CALDEIRA, A. D. **Educação Matemática e Ambiental: um contexto de mudança**. 553f. Tese (Doutorado em Educação) – UNICAMP, 1998.
- DALLA VECCHIA, R.; MALTEMPI, M. V. Modelagem Matemática e Tecnologias de Informação e Comunicação: a realidade do mundo cibernético como um vetor de virtualização. **Bolema**, Rio Claro-SP, v. 26, n. 43, p. 963-990, ago. 2012.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 47ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.
- JAVARONI, S. L.; ZAMPIERI, M. T. O Uso das TIC nas Práticas dos Professores de Matemática da Rede Básica de Ensino: o projeto Mapeamento e seus Desdobramentos. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 29, n. 53, p. 998-1022, dez. 2015.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- SANTANA, B.; ROSSINI, C.; PRETTO, N. L. (Orgs). **Recursos Educacionais Abertos: práticas colaborativas e políticas públicas**. Salvador: Edufba; São Paulo: Casa da Cultura Digital. 2012. 246 p. Disponível em: <<http://www.livrorea.net.br/livro/livroREA-1educacao-mai2012.pdf>> Acesso em: 20 jan. 2017.
- SEGURA, D. S. B. **Educação Ambiental na escola pública: da curiosidade ingênua à consciência crítica**. São Paulo: Annablume: Fapesp, 2001.
- STHAL, N. S. P. **O ambiente e a modelagem matemática no ensino do cálculo numérico**. Tese (Doutorado em Educação) – UNICAMP, Campinas, 2004.
- TOZONI-REIS, M. F. C. **Educação Ambiental: natureza, razão e história**. 2ª ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2008.
- W3C CONSORTIUM. **HTML5 is a W3C recommendation**. W3C Blog, 24 out. 2014. Disponível em: <<https://www.w3.org/blog/news/archives/4167>> Acesso em: 04 fev. 2017.
- WILENSKY, U. **NetLogo**. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, 1999. Disponível em: <<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>> Acesso em: 20 jan. 2017.