

VIII Seminário de Pesquisa em
Educação Matemática
De 18 a 19 de novembro
Colégio de Aplicação - UFRJ

Sociedade Brasileira de Educação Matemática - Regional Rio de Janeiro

OS PRINCÍPIOS DA ENGENHARIA DIDÁTICA E O USO DE UMA PLETORA DE POLIEDROS EM UMA SESSÃO DE ENSINO

Rafaela Moraes Cruz
Instituto Federal Fluminense
rafaela.cruz@iff.edu.br

Marcelo de Oliveira Dias
Universidade Federal Fluminense
marcelo_dias@id.uff.br

Resumo:

Este estudo apresenta resultados parciais de uma pesquisa em andamento acerca do ensino de Geometria com o uso de um recurso tecnológico como instrumento didático. Utilizou-se o *software* educacional de Geometria Dinâmica *Uma Pletora de Poliedros* para o ensino de Poliedros Regulares visando mediar e potencializar a aprendizagem dos conceitos estudados. A pesquisa foi aplicada no IFFluminense campus Santo Antônio de Pádua, com os alunos da 1ª série do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio. A Engenharia Didática foi utilizada como metodologia de pesquisa, com descrição das reflexões do professor/pesquisador nas quatro fases propostas por esta metodologia. Foram relatadas as atividades desenvolvidas pelo professor/pesquisador para a experimentação de uma sessão de ensino que pudesse contribuir para a aprendizagem do conteúdo Poliedros Regulares com o uso de tecnologia. Verificou-se que a visualização espacial, a exploração do *software* e seus recursos e a dinamicidade do processo de ensino contribuíram para a compreensão dos conceitos estudados, tornando a aula mais produtiva em termos de construção do conhecimento.

Palavras-chave: Geometria; *Uma Pletora de Poliedros*; Engenharia Didática

1. Introdução

Na Educação Matemática, o uso de recursos tecnológicos tem sido discutido e recomendado para o ensino de diversos conteúdos. Segundo Almeida (2010, p.47) tanto a Geometria Plana quanto a Geometria Espacial pode ser ensinada em um ambiente de Geometria Dinâmica, pois este recurso didático “não só favorece a exploração e aquisição de conceitos geométricos, como também apresenta vantagens em relação às

construções com régua e compasso no ambiente lápis e papel”. (ALMEIDA, 2010, p.46)

Nesta perspectiva, a presente comunicação tem por finalidade apresentar uma pesquisa em andamento, cujo objetivo principal é investigar que contribuições o uso de um *software* educacional de Geometria Dinâmica pode trazer para o ensino de poliedros regulares, conteúdo de Geometria.

Dessa forma, para o estudo do conteúdo proposto, realça-se a exploração do *software Uma Pletora de Poliedros*¹. O *software* permite interatividade direta do sujeito com o objeto de estudo por meio de seus recursos. Como exemplo, citam-se os recursos de exibição individual ou conjunta dos elementos dos poliedros e de transparência para visualizar o interior do poliedro.



Figura 1 - Interface do *software Uma Pletora de Poliedros*

Assim, este estudo busca responder como o uso do *software Uma Pletora de Poliedros*, como recurso didático em uma sequência de ensino, contribui para a aprendizagem do conteúdo poliedros regulares por parte dos estudantes da 1ª série (turmas C e D) do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio do Campus Santo Antônio de Pádua do IFFluminense.

¹ *Software* desenvolvido pela Universidade Federal Fluminense sob responsabilidade do Professor Humberto José Bortolossi e Disponível no endereço eletrônico do CDME - Conteúdos Digitais em Matemática para o Ensino Médio: < <http://www.uff.br/cdme/>>.

2. Revisão de Literatura

A tecnologia vem sendo incorporada ao processo de ensino e deve ser utilizada de forma a potencializar o ensino e a aprendizagem dos conteúdos abordados nas escolas de educação básica. Como direcionam os PCNEM (BRASIL, 2000, p. 62), a informática deve ser reconhecida “como ferramenta para novas estratégias de aprendizagem, capaz de contribuir de forma significativa para o processo de construção do conhecimento, nas diversas áreas”.

Com uma proposta de ensino que faça uso de recursos tecnológicos na prática pedagógica, esperam-se experiências com instrumentos didáticos que sejam adequados em sala de aula ou fora dela. O início desses estudos e práticas deve ocorrer ainda durante a formação profissional dos docentes. Segundo Gouvea (2006, p. 37), “é importante a inserção do uso das TIC durante a formação acadêmica do licenciando, pois acreditamos que a atuação do futuro professor na sala de aula poderá ser alterada se ele utilizar outras ferramentas que podem promover a aprendizagem”.

A prática educativa em que o docente apodera-se da tecnologia é reforçada por Perrenoud (2000, p. 139), quando afirma que:

as novas tecnologias podem reforçar a contribuição dos trabalhos pedagógicos e didáticos contemporâneos, pois permitem que sejam criadas situações de aprendizagem ricas, complexas, diversificadas, por meio de uma divisão de trabalho que não faz mais com que todo o investimento repouse sobre o professor, uma vez que tanto a informação quanto a dimensão interativa são assumidas pelos produtores dos instrumentos.

Além das possíveis mudanças pedagógicas que podem ser alcançadas com o uso da tecnologia, pode haver também desconfortos para os professores que se lançam a utilizar esses recursos em suas aulas, interferindo assim, no desafio de usar a tecnologia para mediar seus métodos de ensino.

Borba e Penteadó (2012, p. 57) corroboram com este pensamento e descrevem a existência de uma zona de risco que possui algumas características ligadas ao risco de perda de controle e obsolescência. O uso da tecnologia no ensino, como uma das situações de risco, altera a dinâmica da sala de aula, pois, segundo Borba e Penteadó (2012, p. 57), gera a possibilidade de decorrência de problemas técnicos e de perguntas imprevisíveis.

Entre os objetivos de aprendizagem elencados na primeira versão preliminar da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) está o estudo de conceitos geométricos com ou sem o uso de tecnologias digitais (BRASIL, 2015). O documento evidencia a importância que a tecnologia pode representar para a aprendizagem quando utilizada adequadamente com cunho pedagógico, e enfatiza o uso de *softwares* que podem alterar positivamente o ensino de Geometria.

Segundo a BNCC, “o trabalho com a matemática no ensino médio pode ser enriquecido por meio de propostas pautadas no uso de recursos tecnológicos [...]. Há diversos *softwares* disponíveis na internet que se aplicam ao estudo das construções geométricas ou das funções” (BRASIL, 2015, p. 157).

Nesse viés, os *softwares* de Geometria Dinâmica são recomendados a serem usados para o ensino de diversos conteúdos de Geometria, considerando uma maior abordagem que cada *software* possibilita para conteúdos específicos, como indica as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM):

no uso de tecnologia para o aprendizado da Matemática, a escolha de um programa torna-se um fator que determina a qualidade do aprendizado. É com a utilização de programas que oferecem recursos para a exploração de conceitos e ideias matemáticas que está se fazendo um interessante uso de tecnologia para o ensino da Matemática. (BRASIL, 2006, p. 89-90)

Meios que potencializem a construção visual dos conceitos podem contribuir para a aprendizagem de Geometria, pois segundo Lima (2010, p. 27) “a visualização é considerada necessária para a aprendizagem de matemática”. Além disso, Lima (2010, p. 28) afirma que “é por meio da visualização que se constroem imagens mentais dos objetos estudados”, assim, as visualizações gráficas que os *softwares* de Geometria Dinâmica oferecem podem auxiliar no entendimento das definições e por consequência no desenvolvimento da aprendizagem.

Segundo os autores Lemos e Bairral (2010, p. 74)

a representação mental dos objetos geométricos, a análise e a organização formal das propriedades geométricas relativas a um conceito geométrico são passos preparatórios para o entendimento da formalização de um conceito.

Por meio desse tipo de recurso a compreensão dos conceitos deixa de ser construída apenas por meio de desenhos estáticos em lousa ou folha de papel para ser

fruto da interação direta com o objeto de estudo, dando ao aluno a oportunidade de ver e rever a seu tempo as representações do objeto.

Portanto, vê-se que a tecnologia vem sendo prescrita pelo currículo brasileiro e incorporada pelas escolas devido às possibilidades de dinamização do processo educativo. Assim, orienta-se ao professor usar recursos tecnológicos para criar oportunidades diferenciadas de aprendizagem, as quais devem ser pautadas na adequação do recurso com os conteúdos praticados.

3. Metodologia

Neste estudo adotou-se a Engenharia Didática (ARTIGUE, 1988) como metodologia de pesquisa (que conta com quatro fases: análises preliminares, concepção e análise *a priori*, experimentação e análise *a posteriori* e validação) e o *software Uma Pletora de Poliedros* como recurso didático nas ações de ensino propostas para o estudo de poliedros regulares.

3.1. Análises preliminares

Ao dar início à concepção da Engenharia Didática, realizaram-se os estudos prévios em torno do tema Poliedros Regulares, conteúdo que envolve a compreensão de vários conceitos de Geometria Espacial.

Fez-se a análise da dimensão epistemológica do tema de estudo, e nela pôde-se caracterizar o conhecimento estudado, a começar por defini-lo: Um Poliedro Regular é um poliedro convexo em que as faces são polígonos regulares congruentes e que em todos os vértices concorrem com o mesmo número de arestas. A partir dessa definição, observa-se que o estudo dos poliedros regulares exige a compreensão de outros conceitos, como polígono regular e poliedro convexo.

O estudo de poliedros regulares abrange o quadro algébrico e o quadro geométrico por meio da Relação de Euler e dos processos de dualidade, truncamento e planificação, todos relacionados intimamente com os elementos vértices, arestas e faces destes sólidos.

Ao buscar a integração do tema com os demais conhecimentos, foi possível verificar que os poliedros regulares podem ser tratados de forma integrada com os conhecimentos de Filosofia, Física e Biologia.

Além dessas articulações de conteúdos, é possível apresentar conexões dos poliedros regulares com o cotidiano do estudante por meio da bola de futebol, que se trata de um icosaedro regular após o processo de truncamento, quando se torna um poliedro arquimediano.

Foi realizado um primeiro encontro com os estudantes, quando se buscou diagnosticar a compreensão dos alunos participantes da pesquisa a respeito do tema deste trabalho, a fim de realizar o levantamento dos conhecimentos prévios em Geometria. Com esse intuito, foi proposta uma atividade na primeira semana de aula do ano letivo de 2016 no IFFluminense Campus Santo Antônio de Pádua, quando contamos com a participação de 40 alunos, distribuídos entre as turmas C e D, da 1ª série do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio.

A partir da atividade diagnóstica aplicada, verificaram-se os conhecimentos dos alunos sobre polígonos e poliedros. Dentre as observações realizadas, notou-se que a maioria dos estudantes descreveu corretamente o nome das figuras planas: triângulo, quadrado e pentágono. Porém, nenhum dos alunos identificou corretamente a nomenclatura dos poliedros regulares: octaedro e icosaedro.

Em uma das questões da atividade, com o objetivo de verificar se os estudantes sabiam usar a relação de Euler, notou-se que 23 dos 40 estudantes não responderam a questão ou não conseguiram aplicar corretamente a relação. Enquanto 17 alunos verificaram corretamente a relação de Euler.

Com a atividade realizada pelos participantes da pesquisa e das observações feitas, identificaram-se os possíveis entraves no quadro algébrico e geométricos sobre o conteúdo de poliedros regulares, sendo possível construir um panorama que possa ser adequado para o estudo do conteúdo proposto.

Portanto, com o intuito de se propor condições para um sistema de ensino que atinja os objetivos, propõe-se uma intervenção que modifique a sala de aula usual, usando como instrumento didático os recursos tecnológicos.

3.2. Concepção e análise *a priori*

Na segunda fase, são definidas as variáveis macrodidáticas e microdidáticas para serem manipuladas pelo pesquisador, em que as escolhas da primeira variável são relativas à organização global da Engenharia e as escolhas da segunda variável concernem à organização de uma sessão didática.

Nesta pesquisa as escolhas das variáveis macrodidáticas da Engenharia Didática foram: enfatizar o quadro geométrico para o estudo de poliedros regulares; introduzir o estudo de poliedros regulares apresentando possíveis integrações de diferentes áreas e contextualização; utilizar computadores e o *software* educacional de Geometria Dinâmica *Uma Pletora de Poliedros*; definir cada um dos cinco poliedros regulares como um objeto com determinadas características invariantes, investigando-as por meio da ação dos recursos de movimento do *software*; entender a relação de Euler; valorizar a validação pelos próprios alunos dos conceitos envolvidos; e aliar o papel e a tela do computador na resolução de questões, baseando-se em definições formais disponibilizadas no *software* e em material complementar.

A partir das variáveis macrodidáticas descritas, escolheram-se as variáveis microdidáticas, que podem ser descritas como: realizar uma sequência de ações com duas turmas de alunos, num tempo de duas horas por turma; usar o laboratório de informática da escola participante; explorar o *software* em grupos de alunos devido o número de computadores disponíveis no laboratório de informática da escola; incentivar entre os alunos a socialização das experiências com o *software*; aplicar atividades para resolução com o auxílio do *software*; e disponibilizar material para confecção dos poliedros regulares como atividade de casa.

Na análise *a priori*, foram definidas as hipóteses que estarão em jogo na validação da Engenharia Didática concebida. Dessa forma, pressupôs-se que, com a sessão didática proposta, os alunos iriam adquirir conhecimentos sobre os poliedros regulares, relacionando os componentes conceituais e figurais; com o uso do *software Uma Pletora de Poliedros* os conhecimentos geométricos seriam apreendidos com maior dinamicidade; as possíveis dificuldades oriundas do compartilhamento da exploração do *software* seriam superadas a partir da socialização do conhecimento entre os alunos. Esse compartilhamento foi definido devido à pequena quantidade de computadores disponíveis no laboratório de informática do Campus Pádua, que se

justifica pelo primeiro ano de funcionamento da escola e seu estado de implantação dentro do programa de expansão dos Institutos Federais.

3.3. Experimentação

A sessão didática foi realizada no segundo encontro com os estudantes, no qual se contou com a participação de uma maior quantidade de alunos. As ações de ensino foram realizadas diretamente no laboratório da escola, com duas turmas de alunos, num tempo de duas horas por turma, totalizando 53 estudantes participantes.

Aos alunos foi explicado que o uso do computador seria feito em conjunto por dois ou até três alunos; que os conceitos seriam estudados a partir do uso do *software*; que os alunos poderiam recorrer ao material complementar distribuído a eles, que continha os conceitos e os processos geométricos estudados durante a aula para auxiliar na compreensão do conteúdo; que os alunos poderiam socializar o conhecimento de forma a ajudar o colega a entender o conteúdo; que a atividade entregue aos alunos deveria ser realizada concomitante a exploração do *software*; que a atividade deveria ser respondida individualmente; e que o professor/pesquisador estaria à disposição para sanar as dúvidas interpretativas e algébricas dos alunos em relação às questões, porém sem intervir na descrição das resoluções.

Com a finalidade de explorar com os alunos possíveis integrações dos poliedros regulares com diferentes áreas do saber, apresentou-se brevemente a conexão do conteúdo com a Filosofia, Física e Biologia.

Em seguida, foi apresentado aos alunos o significado da palavra poliedro. Esclareceu-se que se trata de uma palavra de origem grega, em que *poly* significa várias (origem do prefixo poli) e *hedra* significa faces (origem do sufixo edro), tratando-se de um sólido geométrico de várias faces.

Em seguida, os estudos foram direcionados para o uso do *software*, quando foram apresentados aos alunos os cinco poliedros regulares. Os estudantes puderam usar os recursos do *software* para visualizar os vértices, arestas e faces dos poliedros e configurar o objeto de estudo.

A Relação de Euler foi abordada como forma para verificar os elementos dos poliedros. Para contribuir com esta verificação, foi apontada o efeito da tecla 9 no *software*, recurso que apresenta a relação de Euler para cada poliedro.

Em seguida, os alunos foram orientados para a realização do processo de dualidade dos poliedros, possibilitando a eles a exploração e visualização desse processo no *software* com cada um dos cinco poliedros regulares.

Com o intuito de contextualizar o conteúdo estudado, abordou-se o tema em articulação com a bola de futebol, que se trata de um poliedro regular após o processo de truncamento, transformando-se num poliedro arquimediano.

Os estudantes exploraram o processo de truncamento, por meio do *software*, com a ajuda do recurso de transparência. Eles puderam visualizar o corte simétrico dos poliedros, a partir de seus vértices, por meio do recurso de corte por seção disponível também pelo *software*.

Foi explicado aos alunos o processo de planificação dos poliedros regulares e explorado o recurso que apresenta a planificação do poliedro selecionado, que está disponível na página inicial do *software*.

Duarnte a sessão de ensino foi realizada uma atividade. Como ilustração, apresenta-se a figura 2 com a resposta de um aluno a uma das questões da atividade, que solicitava a nomenclatura e o número dos elementos de um determinado poliedro, além da descrição da estratégia utilizada para resolução, estando dentre elas o uso dos recursos do *software* e a Relação de Euler.

Nomenclatura: icosaedro
Nº Faces: 20
Nº Vértices: 12
Nº Arestas: 30

$$12 - A + 20 = 2$$
$$A = 20 + 12 = 2$$
$$A = 32 - 2$$
$$A = 30$$

consegui descobrir tirando cada um dos vértices, arestas e faces. As vezes de lado image m mais transparente etc e fazendo conta com ela

Figura 2 - Exemplo de resolução da atividade aplicada na sessão de ensino

Após a conclusão e entrega da atividade que foi respondida durante a aula recomendou-se aos alunos como atividade de casa a construção de um modelo concreto do poliedro regular de sua preferência, visando oportunizar aos alunos autonomia para manusear o objeto de estudo feito a partir de cortes, dobraduras e colagens. Para realização dessa atividade foi distribuído aos estudantes material para sua confecção.

3.4. Análise *a posteriori* e validação

Na sessão de ensino, com o auxílio do *software*, os alunos puderam estudar o conteúdo construindo o conhecimento a partir da confrontação das definições com a visualização dos objetos e da exploração dos sólidos.

Foi possível verificar, a partir da atividade, que alguns alunos resolveram as questões de definição da quantidade de vértices, faces e arestas, dos poliedros regulares dados, usando a contagem desses elementos pelos recursos, disponíveis no *software*, de transparência e de exibição individual ou conjunta dos elementos, fazendo assim, a contagem dos elementos a partir da visualização tridimensional dos objetos.

O *software Uma Pletora de Poliedros* provocou uma dinamicidade na aula, devida a interação entre aluno x *software*, aluno x aluno e aluno x professor. Nesta última interação, observou-se uma relação de trabalho coletivo, que contribuiu para a construção conjunta do conhecimento.

Durante a sessão de ensino, com a exploração dos recursos do *software* para compreensão do conteúdo, foi possível observar que os estudantes gostaram da interface do *software*, bem como de sua variedade de recursos.

Os recursos do *software* permitiram aos alunos conhecerem o processo de truncamento com a exemplificação da bola de futebol que faz parte lazer do estudante; o processo de corte por seção, que permitiu esclarecer aos alunos como acontece o truncamento dos poliedros; o processo de dualidade por meio da opção de apresentar o dual e o uso da transparência e rotação do poliedro; e o processo de planificação, tendo a opção de imprimir a planificação dos poliedros disponível no *software*, quando foi dado aos alunos material para confeccionar um poliedro como atividade de casa.

Por meio de registro escrito e com o objetivo de levantar a opinião dos alunos sobre a contribuição do *software Uma Pletora de Poliedros* para a aprendizagem de

poliedros regulares, aplicou-se aos estudantes um questionário com questões fechadas e abertas.

Com os dados colhidos, foi possível observar que os recursos do *software*, como a visualização e contagem das faces dos objetos, contribuiu para a compreensão dos alunos sobre a relação da nomenclatura do poliedro com seu número de faces, como descreveu um aluno: “os recursos disponíveis foram ótimos para nos ensinar como é legal trabalharmos com poliedros e descobrir muito sobre eles. Ficou muito melhor para enxergarmos suas faces, arestas, vértices e compreender seus nomes” (AL1).

O reconhecimento da contribuição do *software* para a aprendizagem dos conceitos estudados foi identificado na maioria dos registros das respostas dos alunos no questionário. Um deles descreveu que: “*Uma Pletora de Poliedros* nos forneceu mais que o ensino tradicional de sala de aula, resultando em um aprendizado mais forte” (AL2) e outro aluno descreveu que:

Achei muito interessante o uso do *software*, pois pude ter uma boa noção do que são poliedros regulares. Gostei muito dos recursos contidos no *software*, principalmente o recurso de transparência dos poliedros, coisa que eu nunca ia conseguir em livro ou apostilas. Se em cada assunto da matemática tivesse um *software* creio que o entendimento seria em maior escala. (AL3)

A partir da experimentação da sessão de ensino, nessa realidade específica, e da confrontação da análise *a priori* e a análise *a posteriori*, considerou-se que a hipótese que trata sobre o desenvolvimento cognitivo dos alunos em relacionar os conceitos e as figuras, prevista na análise *a priori*, foi validada. Notou-se que os alunos participantes conseguiram assimilar o conteúdo e desenvolver a visualização espacial dos objetos estudados por meio das figuras de simulação no *software*.

No contexto da pesquisa, identificou-se que a segunda hipótese pressuposta na análise *a priori* também foi validada, pois os alunos indicaram haver uma maior dinamicidade do processo de aprendizagem com o uso da *Pletora de Poliedros* do que com apenas materiais didáticos com imagens estáticas de objetos geométricos.

A terceira hipótese, referente à aprendizagem com o uso compartilhado do *software* também foi confirmada. Os alunos demonstraram ampla colaboração com os colegas e a aprendizagem foi desenvolvida num processo mútuo de auxílio entre os

estudantes, em que eles consideraram a troca de experiências e compreensão como fator fundamental para a apropriação dos conceitos na situação didática proposta.

Assim, verificou-se que foram confirmadas, no contexto em que foi aplicada a pesquisa, as hipóteses previstas na análise *a priori*, para as ações de ensino planejadas, validando assim, a Engenharia Didática concebida.

4. Considerações finais

Durante a pesquisa, foi possível verificar que a *Pletora de Poliedros* proporcionou, por meio da exploração das ferramentas do *software* e dos recursos ilustrativos, um estudo diferenciado devido às possibilidades de visualização dos objetos que a Geometria tanto exige para a compreensão de seus conteúdos.

Considerou-se, como hipótese de investigação, que as funcionalidades do *software* poderiam potencializar o ensino. Feita a análise da experimentação percebeu-se que, no contexto da pesquisa, o uso da tecnologia e sua dinamicidade contribuíram para o desenvolvimento da aprendizagem de Geometria.

Entre os estudantes participantes da pesquisa, constatou-se que o *software* foi considerado um importante instrumento didático para o ensino de poliedros regulares, sendo reconhecido por muitos a dinamicidade do processo de aprendizagem.

A Engenharia Didática demonstrou-se um grande auxílio para o planejamento das ações de ensino, pois por meio de suas fases o professor/pesquisador pôde analisar e refletir sobre o conhecimento prévio dos alunos e sobre o conteúdo a ser ensinado, elaborando ações de ensino que articulassem o quadro atual com o esperado.

Com a confirmação das hipóteses levantadas na análise *a priori* da Engenharia Didática, foi possível concluir que o uso de *softwares* de Geometria Dinâmica representa avanços para o ensino e aprendizagem de Geometria, e em modo específico, o *software Uma Pletora de Poliedros* para o ensino e aprendizagem de poliedros regulares.

Portanto, nesta pesquisa, a combinação do uso de uma ferramenta tecnológica com a Engenharia Didática proporcionou a construção de um novo olhar que não refuta as práticas usuais, mas a agrega em uma frequente troca de significados.

5. Referências

- ALMEIDA, T. C. S. *Sólidos Arquimedianos e Cabri 3D: um estudo de truncaturas baseadas no Renascimento*, 2010. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010, 189 p.
- ARTIGUE, M. *Ingénierie Didactique*. Recherches em Didactique des Mathématiques. Grenoble: La Pensée Sauvage-Éditions, v. 9.3, p. 281-3008, 1988.
- BRASIL. Ministério da Educação – MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio*. Parte II Linguagem, Códigos e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2000.
- _____. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Consulta Pública. Brasília: MEC/SEB, 2015.
- _____. Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEB, 2006.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, Miriam G. *Informática e educação matemática*. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.
- GOUVEA, S. A. S. *Novos caminhos para o ensino e aprendizagem de matemática financeira: construção e aplicação de webquest*. 2006. 167f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.
- LEMOS, W. G. BAIRRAL, M. A. *Poliedros estrelados no currículo do Ensino Médio*. Rio de Janeiro: Edur, 2010.
- LIMA, C. W. *Representações dos números racionais e a medição de segmentos: possibilidades com tecnologias informáticas*. 2010. 197f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.
- PERRENOUD, P. Utilizar novas tecnologias. In: PERRENOUD, P. *10 novas competências para ensinar*. Trad. Patrícia Chittoni. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000, p. 125 – 140.