

**MAPEAMENTO DO USO DE TECNOLOGIAS E DE MODELAGEM
MATEMÁTICA NO ENSINO**

**TECHNOLOGY USE OF MAPPING AND MODELING IN MATHEMATICS
EDUCATION**

Rosana Maria Luvezute Kripka
Universidade de Passo Fundo (UPF)
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

Maria Salett Biembengut
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

Isabel Cristina Machado de Lara
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

Lori Viali
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Regis Alexandre Lahm
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

Resumo

Neste artigo apresenta-se uma pesquisa teórica cujo objetivo foi identificar possíveis convergências, divergências e potencialidades no uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) em produções de Modelagem Matemática, no contexto da Educação. Utilizou-se o mapeamento como procedimento metodológico para reconhecimento e análise de uma amostra de dez artigos publicados em periódicos nos últimos cinco anos. Como resultados, identificam-se convergências o “uso das Tecnologias em atividades de Modelagem”, na maioria dos artigos analisados, e proximidades entre Modelagem, TIC e aprendizagem por meio de projetos, quando considerados seus usos em atividades de Modelagem no ensino. Foram identificadas divergências em relação às concepções de Modelagem adotadas e, também, na existência, ou não, de proximidades entre Modelagem e outras tendências em Modelagem Matemática. Identificam-se potencialidades entre Modelagem e TIC quando propiciam novas possibilidades de aprendizagem.

Palavras-chave: TIC, Modelagem Matemática, Educação Matemática.

Abstract

In this article we present a theoretical research which aimed to identify possible convergences, divergences and potentialities in the use of Information and Communication Technologies (ICT) in Mathematical Modeling in the context of Education. The Mapping was used as a methodological procedure, which enabled the recognition and analysis of a sample of ten journal articles published in the last five years. As a result, convergences were identified "the use of technology in modeling



activities", in most of the articles analyzed, and proximities between modeling, ICT and learning through projects, when considering their use in modeling activities in teaching. Divergences were identified in relation to the concepts of modeling adopted and in existence, or not, of proximities between modeling with other trends. Potentialities were identified between Modelling and ICT, since they provide new opportunities for learning.

Keywords: ICT, Mathematical Modeling, Mathematics Education.

1. Introdução

A Educação Matemática surgiu no início do século XX, ante a necessidade de (re)novação do processo ensino e aprendizagem da Matemática, uma vez que se buscava (e continua-se a buscar) meios que propiciem conhecimentos matemáticos aos estudantes. Assim, vários professores, buscando contribuir com esse processo, têm realizado práticas ‘inovadoras’, que contribuem as chamadas “tendências matemáticas”, definidas pelas linhas de pesquisa da área da Educação Matemática, ou por produções que surgiram para solucionar os problemas a esta relacionados. Dentre as diversas tendências, destacam-se a “Modelagem Matemática” e a “Informática e a Educação Matemática” (FLEMMING et al., 2005).

Para Biembengut (2012) “ nas diversas atividades da sociedade, a partir das concepções de diversos grupos, surgem tendências que se manifestam de diferentes formas, que se renovam pela coesão de seus elementos, e pela educação e reeducação das pessoas” (p. 197).

Referir-se as Tecnologias no ensino, trata-se em sentido amplo, do uso das Tecnologias da Informação de Comunicação (TIC). Perrenoud (1999) afirma que as TIC têm provocado mudanças importantes na sociedade, no cotidiano, nas formas de trabalho, na comunicação e no pensamento. Indica que há necessidade de práticas reflexivas inovadoras, visando essa sociedade contemporânea. No uso dessa tendência na Educação Matemática, destacam-se as produções de: (1) Bennemann e Alevatto (2012) que apresentam estudo teórico sobre o uso das TIC no ensino e na aprendizagem matemática, identificando focos de interesse e abordagens didáticas existentes para integração das TIC nas práticas escolares; (2) Borba e Chiari (2013) cujo livro traz coletânea de pesquisas sobre a interação das TIC com a Educação Matemática; (3) Borba, Malheiros e Zulatto (2007), que tratam da Educação a distância.

Em relação às perspectivas do uso das TIC no ensino, estas pesquisas indicam contribuições ao processo de aprendizagem, ao serem utilizadas como recursos didáticos em sala de aula, mas sublinham alguns elementos, como: (4) Ponte (2000) apresenta desafios da formação profissional inicial e continuada em relação à integração do uso das TIC nos ambientes escolares; (5) Borba e Villarreal (2005) apresentam a noção de seres-

humanos-com-mídias e (6) Valente (1993, 1988) argumenta sobre as diferentes possibilidades do uso do computador.

Ao referir-se sobre “Modelagem Matemática” destaca-se o processo de pesquisa e soluções possíveis para problemas simples e complexos da sociedade; o método alternativo para o ensino da matemática, que visa possibilitar a aprendizagem em sala de aula, estimulando a curiosidade, a criatividade e a análise crítica de procedimentos utilizados (ALMEIDA, ARAÚJO e BISOGNIN, 2011; BARBOSA, 2001; BASSANEZI, 2002, BIEMBENGUT, 2014; MEYER, CALDEIRA e MALHEIROS, 2011; SCHEFFER, 1999).

A Modelagem Matemática e as TIC, por possibilitarem a aproximação das realidades vivenciadas dos estudantes em contextos de ensino e aprendizagem, são perspectivas que têm sido utilizadas por pesquisadores na área da Educação Matemática, visando implantar práticas pedagógicas, nas quais o professor atua como mediador no processo, orientando atividades, instigando os estudantes a se envolverem em pesquisas sobre os temas tratados. Desde que a ‘tecnologia’ e a ‘modelagem matemática’ têm sido recorrentes nas discussões de Educação Matemática há mais de três décadas, concepções e tendências sobre a utilização de ambas na Educação, ‘tendem’ a se modificar. Nestes termos, acredita-se haver diferentes concepções e, portanto, diferentes tendências.

Nesse sentido, em razão das diversas contribuições dessas tendências para o ensino de matemática, emergem os questionamentos: existem convergências e divergências no uso das tendências “uso de TIC” e “Modelagem Matemática” no Ensino de Matemática? Quais as potencialidades identificadas pelos autores?

De acordo com esse enfoque, apresenta-se um mapeamento realizado sobre a vertente de pesquisa Modelagem e TIC, visando compreender diferentes concepções, enfoques, abordagens e sinergias existentes com outras tendências da Educação Matemática.

1. Procedimentos e métodos

O procedimento metodológico utilizado foi o mapeamento teórico, realizado segundo a concepção de Biembengut (2008), que consiste no levantamento, na organização e na análise de documentos, de modo a possibilitar uma perspectiva sobre um assunto ou tema. A autora afirma que:

O mapeamento nos propicia entender um fato, uma questão dentro de um cenário, servir do conhecimento produzido e reordenar alguns setores deste conhecimento. Quanto mais nos inteiramos dos entes e dos diversos fatores que levam à resultante, mais nos habilitamos em aplicar conhecimentos e, por recorrência, mais conhecimentos dispomos para construir um mapa que ainda não existe, para situar, contextualizar a

pesquisa de forma a mostrar, descrever, narrar, circunscrever o problema, explicando e justificando sua legitimidade (p. 136).

Os aspectos relativos à análise dos documentos envolvem conceitos e definições relativas aos termos escolhidos. Assim, a primeira etapa do mapeamento teórico consiste na busca por definições e conceitos relativos às palavras centrais relacionadas ao mapeamento, como *Tecnologia*, *Informação*, *Comunicação*, *Modelagem*, *Matemática* e *Modelagem na Educação*. A segunda etapa consiste na descrição do mapa das pesquisas acadêmicas, onde são apresentadas a identificação e a descrição dos artigos considerados. A terceira etapa consiste no reconhecimento e na análise dos dados.

1.1 Conceitos e definições

Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) envolve a ideia de uma linguagem particular de transmissão de conhecimento, teórico ou prático, que possibilita o acesso à informação e à construção do conhecimento, sendo um meio pelo qual as ideias e sentimentos podem ser desenvolvidos e transmitidos, os quais são viabilizados por meio da interação sociocultural.

Veraszto et al. (2008, p. 3) afirmam que é difícil precisar uma definição para a palavra *tecnologia*, pois, ao longo da história, ela foi interpretada de diferentes formas, por teorias divergentes, ao ser utilizada em diferentes contextos sociais. Os autores consideram que “a tecnologia abrange um conjunto organizado e sistematizado de diferentes conhecimentos, científicos, empíricos e intuitivos. Sendo assim, possibilita a reconstrução constante do espaço das relações humanas” (VERASZTO et al., 2008, p. 26).

Associado a esse conceito emerge o termo *Tecnologia da Informação*, para o qual, dentre vários conceitos destacam-se o de Cruz (1997, p. 160): “É o conjunto de dispositivos individuais, como *hardware*, e *software*, telecomunicações ou qualquer outra tecnologia que faça parte ou gere tratamento da informação, ou ainda, que a contenha” e o de Schuning et al. (1999) : “o grande veículo, o meio que proporciona a enorme alteração cultural em todos os povos de nossa civilização é sem dúvida o universo composto pelas Tecnologias de Informação e as redes mundiais de comunicação”, o que remete ao conceito de *Tecnologias da Informação e da Comunicação* (TIC), amplamente utilizado na literatura.

Cabe ressaltar que muitos autores referem-se especificamente ao termo “tecnologias digitais de informação e comunicação”, que, segundo Santos:

[...] se caracterizam por uma nova forma de materialização. A informação que vinha sendo produzida e difundida ao longo da história da humanidade por suportes atômicos (madeira, pedra, papiro, papel, corpo), atualmente circula pelos *bits* – códigos digitais universais (0 e 1). As

tecnologias da informática, associadas às telecomunicações, vêm provocando mudanças radicais na sociedade por conta do processo de digitalização. Digitalizada, a informação se reproduz, circula, se modifica e se atualiza em diferentes interfaces (2009, p. 5660-5661).

O conceito de Modelagem Matemática no Ensino é encontrado em publicações científicas, diversas concepções, com diferentes propostas de abordagens pedagógicas. Bassanezi afirma que:

[...] modelagem matemática é um processo dinâmico utilizado para 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 (2002, p. 24).

Em relação ao ensino, o autor afirma:

a modelagem é o processo de criação de modelos onde estão definidas as estratégias de ação do indivíduo sobre a realidade, mais especificamente, sobre a sua realidade, carregada de interpretações e subjetividades próprias de cada modelador.(...) A utilização da modelagem na educação matemática valoriza o “saber fazer” do cursista, desenvolvendo sua capacidade de avaliar o processo de construção de modelos matemáticos nos diferentes contextos de aplicações dos mesmos, a partir da realidade de seu ambiente (2002, p. 207).

Dalla Vecchia (2012) destaca três perspectivas da Modelagem Matemática no ensino, diferenciando-as por:

Modelação; Projetos e Sociocrítica:

- Modelação, proposto por Biembengut (2014), refere-se ao uso da Modelagem na educação como um método de ensino com pesquisa, que pode ser usado desde os anos iniciais até o ensino superior. Afirma que “na modelação, atuamos em duas abordagens: uma do *ensino*, que nos permita desenvolver o conteúdo curricular e, ao mesmo tempo, apresentar o processo de Modelagem e, noutra frente, *pesquisa*, em que orientamos os estudantes a modelar. Essas abordagens ocorrem integradas, simultâneas, [...]” (2014, p. 41, grifo da autora). A autora propõe que o processo seja realizado em três fases: percepção e apreensão, compreensão e explicação e significação e expressão. Assim, em cursos nos quais existem programas que devem ser cumpridos, os temas podem ser escolhidos pelos professores ou pelos estudantes e devem levar em consideração o conteúdo a ser abordado, tendo em vista a obtenção de um modelo matemático que represente de forma simplificada a realidade sendo investigada.



- Projetos, considerada por Borba e Vilarreal (2005) como uma estratégia pedagógica a ser utilizada em sala de aula, na qual se propõe que, preferencialmente, a escolha do tema seja realizada pelos estudantes. Essa participação ativa do aluno na definição do tema, que emerge do interesse pelo que está sendo proposto, justifica a associação que os autores fazem entre a Modelagem Matemática e a Aprendizagem Baseada em Projetos, indicando também a forma como são conduzidas as atividades. Borba, Malheiros e Zulatto afirmam que, de acordo com essa concepção, a Modelagem Matemática seria:

[...] uma estratégia pedagógica que privilegia a escolha de temas pelos alunos para serem investigados e que possibilita aos estudantes a compreensão de como conteúdos matemáticos abordados em sala de aula se relacionam com as questões cotidianas (2007, p. 100).

Segundo os autores, nessa concepção, a liberdade de escolha do tema pode levar a temas interdisciplinares, o que possibilita aos estudantes perceber relações entre a matemática e outras áreas do conhecimento. Indicam que a Modelagem não ocorre por meio de etapas, mas que o professor atua como mediador, orientando o desenvolvimento.

- Sociocrítica, para a qual Barbosa (2001) afirma que: *“modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade.”* (p. 6, grifo do autor). A compreensão do autor considera o conceito de ambiente de aprendizagem proposta por Skovsmose (2000), que se refere às condições para que os estudantes possam desenvolver suas atividades, as quais são definidas pelo professor. O enfoque nesta abordagem consiste na reflexão e análise crítica, visando evidenciar o caráter social e cultural da matemática presente nos problemas reais tratados. Para Barbosa, “[...] ultrapassa os aspectos da matemática e da arte de modelar para assumir o caráter político destes, abrangendo o ‘lugar’ da matemática nas práticas sociais” (2001, p. 20).

Ainda quanto às diferentes abordagens da Modelagem Matemática na Educação, cabe ressaltar que existe uma classificação proposta por Kaiser e Sriraman (2006), visando caracterizá-las por meio de suas diferentes perspectivas, sendo definidas como: realística (ou aplicada), epistemológica (ou teórica), contextual, sociocrítica, cognitivista e educacional. Dalla Vecchia, ao descrever estas caracterizações, afirma:

[...] a realística, na qual as situações analisadas são retiradas da indústria e da ciência e foca sua atenção para o desenvolvimento de habilidades relacionadas com a resolução de problemas aplicados; a epistemológica, cujo objetivo está relacionado com o desenvolvimento de teorias matemáticas; a educacional, que em termos gerais associa a realística e a epistemológica integrando situações-problema autênticas visando as teorias matemáticas; a contextual, na qual as situações se destinam à

construção de conceitos matemáticos, mas são sustentadas por estudos psicológicos; e a sócio-crítica, que procura desenvolver situações nas quais o papel dos modelos na sociedade possa ser discutido (2012, p.25).

Após definir e conceituar os termos utilizados, apresenta-se o mapa teórico elaborado para responder as questões consideradas na pesquisa.

1.2 Mapa de pesquisas acadêmicas

Apresentam-se, nesta seção, os procedimentos utilizados para a elaboração do mapa de pesquisas acadêmicas, que consiste no registro da identificação dos artigos selecionados, da classificação e organização dos dados, da análise e do reconhecimento de possíveis convergências e divergências entre o uso de TIC e de Modelagem no Ensino de Matemática.

1.2.1 Identificação

Para realizar o estudo teórico proposto, procedem-se, com auxílio dos recursos de busca do Google Acadêmico, a uma coleta de textos científicos publicados entre os anos 2009 e 2014, nos quais aparecessem os termos/expressões “Tecnologias” ou “TIC”, conjuntamente com os termos “Modelagem Matemática” e “Ensino”. Foram encontrados 261 resultados gerais. Desses, foram selecionados apenas os que continham todos os termos considerados, resultando em 41 documentos, entre teses, dissertações e trabalhos finais de especialização, artigos em periódicos e em eventos, conforme apresentado no Mapa 1³¹. Dentre eles, optou-se por analisar apenas artigos publicados em periódicos, com Qualis A ou B, na área de Ensino, tendo em vista que seriam mais objetivos, na descrição de suas pesquisas, do que teses, dissertações e trabalhos finais de especialização e, ainda, que supõe-se que teriam uma avaliação mais criteriosa do que artigos enviados para eventos. Desses 16 artigos, publicados em revistas, foi realizada a leitura de todos e foram selecionados dez que supostamente possibilitariam identificar relações entre o uso de Tecnologias e a Modelagem Matemática no Ensino e, assim, foram selecionadas apenas dez publicações para análise.

³¹ A palavra “Mapa” é utilizada conforme a proposta de mapeamento de Biembengut (2008), com intuito de representar os dados coletados, gerando um modelo que serve como guia para a pesquisa.

Mapa 1: Distribuição dos 41 trabalhos selecionados

Tipo de Publicação	Total	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Teses	3				2		1
Dissertações	11	3	3		2	3	
Monografias	2		1			1	
Artigos em periódicos	16			5	5	6	
Artigos em eventos	9	1	4	2	2		

Fonte: Elaboração dos autores.

1.2.2 Classificação e organização

Nesta seção, apresentam-se as citações bibliográficas (Mapa 2), organizadas em ordem cronológica, dos dez artigos analisados, bem como é registrada a análise comparativa realizada em relação aos objetivos, métodos e resultados apresentados em cada artigo considerado.

Mapa2: Relação das citações bibliográficas dos artigos selecionados para o mapeamento

Nº	Ano	Citação bibliográfica
1	2009	ARAÚJO, Jussara de Loiola. Uma Abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia , v.2, n. 2, p. 55-68, jul. 2009.
2	2011	MALTEMPI, Marcus Vinicius; JAVARONI, Sueli Liberatti; BORBA, Marcelo de Carvalho. Calculadoras, Computadores e Internet em Educação Matemática: dezoito anos de pesquisa. Bolema , Rio Claro (SP), v. 25, n. 41, p. 43-72, dez. 2011.
3	2011	OLIVEIRA, Eloiza da Silva Gomes de. Indicativos para a formação continuada de professores incentivadora da apropriação das Tecnologias. Múltiplas Leituras , v. 4, 1, p. 99-114. 2011.
4	2012	KLÜBER; Tiago Emanuel BURAK, Dionísio. Sobre os objetivos, objetos e problemas da pesquisa brasileira em Modelagem Matemática na Educação Matemática. Práxis Educativa , Ponta Grossa, v. 7, n. 2, p. 467-488, jul./dez. 2012.
5	2012	DALLA VECCHIA, Rodrigo; MALTEMPI, Marcus Vinicius. 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.
6	2012	DINIZ, Leandro do Nascimento; BORBA, Marcelo de Carvalho. Leitura e Interpretação de <i>Dados Prontos</i> em um Ambiente de Modelagem e Tecnologias Digitais: o mosaico em movimento. Bolema , Rio Claro (SP), v. 26, n. 43, p. 935-962, ago. 2012.
7	2012	JAVARONI, Sueli Liberatti; SOARES, Débora da Silva. Modelagem Matemática e Análise de Modelos Matemáticos na Educação Matemática. Acta Scientiae . Canoas, v. 14, n.2, p. 260-275, maio/ago. 2012.
8	2012	MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. Pesquisas em Modelagem Matemática e diferentes tendências em Educação e em Educação Matemática. Bolema , Rio Claro (SP), v. 26, n. 43, p. 861-882, ago. 2012.
9	2013	SCHELLER, Morgana. BIEMBENGUT, Maria Salett. A utilização de Tecnologias digitais nos primeiros passos na arte da pesquisa: uma experiência de Modelagem. Renote: Novas Tecnologias na Educação , Porto Alegre (RS), v. 11, n 3, p. 1-11, dez. 2013.
10	2014	ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de. Jogos de linguagem em atividades de Modelagem Matemática. Vidya , v. 34, n. 1, p. 241-256, Santa Maria, jan./jun. 2014.

Fonte: Elaboração dos autores.



Na sequência, apresentam-se indicações decorrentes do entendimento destes artigos, visando relacionar pontos comuns convergentes, divergentes e potenciais. As citações desta seção se referem às citações dos artigos analisados e, por esse motivo, não constam nas referências bibliográficas do presente artigo.

(i) Citação de uso ou de relações de tecnologias em contextos da Modelagem Matemática

Ao mapear a maneira como foram utilizados, bem como, as contribuições, aproximações e potencialidades identificadas pelos autores, verifica-se:

- No artigo 1 a autora não apresenta e nem cita atividades específicas sobre uso das tecnologias em contextos de Modelagem, porém, destaca a crise da sociedade relativa ao uso de recursos tecnológicos onde a matemática está presente, muitas vezes, por meio da Modelagem Matemática, o que evidencia sua importância na construção da sociedade tecnológica.
- No artigo 2, os autores citam vários exemplos de usos das duas tendências e as sugerem como abordagens complementares para o ensino. Informam que as pesquisas relacionadas à Modelagem Matemática realizadas pelo Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM) dizem respeito a uma disciplina do Curso de Ciências Biológicas, chamada Matemática Aplicada, na qual são investigadas pedagogias e o uso de tecnologias. Afirmam que a concebem a Modelagem Matemática como estratégia pedagógica de ensino de conteúdos, que aparece vinculada ao uso de TIC e à formação de professores ou à educação matemática crítica e formação do aluno. Destacam o uso de TIC no ensino de matemática; recursos tecnológicos que proporcionaram possibilidades de aprendizagem; elaboração de conjecturas relacionadas à visualização das TIC que propiciaram entendimentos sobre objetos matemáticos. Na Educação à Distância pesquisaram como o conhecimento matemático é produzido e como devem ser utilizados *softwares* já existentes. Também citam pesquisa sobre o processo de elaboração de projetos de Modelagem, desenvolvidos à distância por professores de Matemática e afirmam que as TIC foram protagonistas na pesquisa e comunicação, onde a orientação foi imprescindível em todas as fases desta modalidade.
- No artigo 3, que se dedica ao estudo da integração das TIC e das práticas promovidas pela formação continuada, não há citações sobre uso das TIC em processos de Modelagem especificamente.
- No artigo 4, que apresenta uma análise teórica de produções científicas sobre Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática, o enfoque foi citado na primeira categoria considerada, chamada “Metaestudo em Modelagem Matemática”, na qual se verificou a

utilização recorrente de tecnologias e de outras teorias em abordagens de ensino por meio da Modelagem. Os autores afirmam que essa categoria indica um movimento de reflexão possível sobre a própria produção e uma demanda da área. Na terceira categoria, “Articulação entre modelagem e outras teorias”, os autores constataram aproximações da Modelagem matemática com as TIC, citando Borba e Penteado (2001) e Borba e Villarreal (2005), mas não explicitaram formas de utilização.

- No artigo 5, que apresenta uma discussão teórico-filosófica sobre relações entre Modelagem Matemática e a realidade cibernética, os autores afirmam que o relacionamento entre Modelagem e TIC tem sido evidenciado por diversos autores, citando Diniz (2007), Araújo (2002), Borba, Malheiros, Zulatto (2007), Dalla Vecchia e Maltempi (2009; 2010) e Javaroni (2007), Sinclair e Jackiw (2010), Chao, Empson e Shechtman (2010), Kazak (2010), Hills (2010) e Campbell (2010), e indicam que existe relacionamento entre modelagem e TIC e potencialidades dessa relação, em consolidação na área da Educação Matemática. Não apresentam como foram utilizadas, nem quais foram as suas contribuições. Apresentam uma atividade de modelagem realizada em sala de aula, sobre o problema da corda, para ilustrar a fundamentação da argumentação que a realidade do mundo cibernético pode ser vista como um vetor de virtualização. Relatam que utilizaram recursos tecnológicos para observar o movimento da corda, num mundo diferenciado do físico, em tempo e espaço distinto. Indicam que a compreensão desta realidade “cibernética” pode ser entendida como um vetor de virtualização, por possibilitar criar situações problema, com a exploração e uso de seus recursos tecnológicos; que a tecnologia também pode ser entendida como um dos vetores de virtualização; que percebem uma grande potencialidade das relações entre a Modelagem Matemática e o contexto da realidade “cibernética”, por possibilitarem diferentes percepções e compreensões, influenciando no processo de ensino e aprendizagem da matemática.

- No artigo 6, os autores afirmam que no grupo GPIMEM, onde atuam, existe a perspectiva do uso de TIC no processo de modelagem, desde o início, identificação do tema e abordagem matemática são utilizados recursos disponíveis no laboratório de informática. Ressaltam que a escolha do tema é aspecto relacionado aos propósitos do professor, assim como suas concepções sobre o uso da tecnologia. Apresentam síntese sobre possibilidades entre Modelagem e TIC, com enfoque nos processos pedagógicos, visando harmonizar o uso das mídias, vantagens e potencialidades. Afirmam que a interação TIC/Modelagem tem sido um traço marcante das pesquisas do grupo; que o acesso à internet favorece alternativas de uso de seus recursos em processos coletivos de interação de seres humanos-com-mídias, como uma biblioteca virtual interativa de consulta, publicação e comunicação; nos processos de modelagem, após a escolha do tema os estudantes são convidados a coletar dados e geralmente usam os chamados “dados prontos”. Comentam sobre a

utilização de dados prontos em projetos de modelagem na educação estatística, salientando a importância da leitura e interpretação dos dados. Fazem uma análise de atividades de com tema “câncer de próstata” escolhido pelos estudantes, visando abordar o conteúdo de cálculo, com estratégia pedagógica experimental-com-tecnologia, projetos de modelagem e exposição de conteúdos. Apesar das Tecnologias propiciarem a visualização gráfica, as análises das atividades indicam que a leitura é complexa e incorporar dados na pesquisa, sem reflexões, pode indicar falta de aprofundamento, indicando a importância do professor como mediador no processo, de modo que possibilite a compreensão dos dados coletados. Indicam que o uso da internet na sala de aula pode ser aceito, desde que sejam acompanhadas por discussões reflexivas sobre os temas tratados; que as discussões entre TIC e modelagem precisam ser aprofundadas devido às mudanças que o acesso à *internet* acarreta e que cada vez mais a diferença entre dados prontos ou dados gerados ficará mais tênue e que compreender esta relação é tão importante como compreender como os seres humanos estão se modificando por influências das transformações das mídias. Ressaltam a importância de se pensar como a Modelagem está sendo transformada pelas TIC, em especial, pela internet.

- No artigo 7, as autoras, ao apresentarem uma proposta pedagógica denominada Análise de Modelos visando identificar relações dessa abordagem com Modelagem Matemática e uso de Tecnologias Digitais, não se referem ao uso das TIC em atividades de Modelagem, mas se referem o uso das TIC na análise de modelos. Concordam que existe proximidade das Tecnologias Digitais com a Modelagem e sugerem que existe proximidade do uso de Tecnologias Digitais com a Análise de Modelos- No artigo 8, onde apresenta-se um ensaio teórico sobre pesquisas em Modelagem Matemática e sua relação com diferentes tendências entre educação e em Educação Matemática, a autora identifica relações da modelagem com outras tendências em Educação Matemática, como: Formação de professores, TIC, Etnomatemática, Pedagogia de Projetos, perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), interseções e possibilidades entre diferentes linhas de pesquisa. Identificou sinergias entre Pedagogia de Projetos, TIC e Modelagem e o uso das TIC, em diferentes níveis de utilização e possibilidades de modelagem com o uso das TIC, por meio de experimentação e de simulações. Ressalta o uso da visualização como recurso “bastante presente” em atividades de modelagem quando se trabalha com as TIC, pois possibilita conjecturar sobre os problemas tratados. Cita outro trabalho que indica que as Tecnologias estão a serviço da modelagem, pois, existe uma incorporação natural das TIC nesses contextos. Informa que avaliou trabalhos que visavam relacionar Modelagem e Etnomatemática, onde foram identificadas convergências ou divergências, o que indica a necessidade de novas pesquisas para avaliação desses resultados.

- No artigo 9, as autoras, ao apresentarem um processo investigativo da Modelagem Matemática, afirmam que o uso das Tecnologias Digitais assume importância natural ao propiciar habilidades, como representação, compreensão, pesquisa e comunicação, e o conhecimento sócio cultural de realidades, em diferentes disciplinas. Sugerem que a Modelagem Matemática tem abordagem relacionada com projetos e que ambas têm recebido contribuições significativas quanto ao uso Tecnologias Digitais. Sobre uso de Tecnologias destacam suas percepções sobre a evolução do conhecimento por meio de Tecnologias da Inteligência; a importância do coletivo, considerando os diferentes saberes, na formação de redes e da inteligência e que o uso de computadores como instrumentos em projetos favorece à aprendizagem. Indicam que em práticas escolares de modelagem, as Tecnologias podem potencializar o ensino. Citam diversos artigos que indicam que o uso das TIC em atividades de Modelagem facilita a resolução de problema, são indispensáveis para validação do modelo matemático, possibilitam investigação e coleta de dados, a simulação ou avaliação dos modelos. Afirmam que o uso das tecnologias digitais pode facilitar a visualização de modelos e estimular o surgimento de hipóteses, o que pode contribuir com novas descobertas e que o uso da *internet* motiva os estudantes, ajuda a desenvolver a intuição, a flexibilidade mental e possibilita adaptação a ritmos diferentes de aprendizagens. Apresentam uma proposta de atividade de modelagem, informando que foi realizada em Instituto Federal Catarinense em ambiente extraclasse. Salientam que na atividade de Modelagem a opção pelo uso de Tecnologias Digitais foi espontânea; que os estudantes utilizaram *internet* para investigação do tema, bem como calculadoras e planilhas *Excel* para exploração, compreensão e explicitação do modelo; que Modelagem e Tecnologias Digitais se complementam, na construção do conhecimento por meio da pesquisa; que ao ser concebida como um método de ensino com pesquisa possibilitou aos estudantes a aquisição de conhecimentos científicos, potencializados por meio das Tecnologias Digitais, entendidas como instrumentos de apoio ao trabalho; que os resultados não seriam os mesmos, se não fossem utilizadas as duas abordagens, pois entendem que ambos possibilitam reflexão e compreensão de relações da matemática com a realidade. Afirmam que as Tecnologias Digitais e Modelagem possibilitaram motivação, participação ativa dos estudantes em todo o processo e o entendimento sobre as realidades sociais e políticas, o que contribuiu para a aquisição de conhecimentos e formação de cidadanias.

- No artigo 10, que trata sobre jogos de linguagem em atividades de Modelagem em Matemática, a autora afirma que apenas na terceira atividade de Modelagem apresentada foi utilizado o ajuste de curvas por meio do *software Curve*, onde utilizaram a hipótese de que modelo matemático poderia ser representado por meio de uma função exponencial.

Afirma que os dados já haviam sido disponibilizados e a proposta possibilitou aos alunos fazer bons exercícios de matemática, com uso de tecnologias, para encontrar a resposta. Não ressalta vantagens ou potencialidades no uso do recurso tecnológico.

(ii) Em relação ao uso específico das tecnologias e à forma como essas potencializaram o ensino

Sobre este tópico apenas os autores do artigo 2, 3, 6 e 7 fizeram citações sobre este tema e verifica-se:

- No artigo 2, que trata do relato de pesquisas do grupo GPIMEM, os autores ressaltam que a inserção de tecnologias implica mudanças no ambiente de ensino e aprendizagem e destacam o uso de TIC no ensino de matemática, onde recursos tecnológicos proporcionaram possibilidades de aprendizagem; elaboração de conjecturas relacionadas à visualização das TIC e entendimento sobre objetos matemáticos. Na Educação à Distância destacam a pesquisa sobre como o conhecimento matemático é produzido e como devem ser utilizados *softwares* já existentes neste processo. Destacam também a teoria seres-humanos-com-mídias como uma das principais contribuições do grupo; que, nas pesquisas com foco na construção do conhecimento, a visualização foi muito privilegiada em ambientes propiciados pelas TIC e que, no ensino de matemática, potencializam o raciocínio na resolução de problemas. Sugerem que a visualização de conceitos de matemática, em diferentes representações, pode ser facilitada pelo uso das TIC. Afirmando que possibilidades com uso de *internet* se ampliaram; que o uso de linguagens que combinam vídeos, animações e texto se tornaram comuns e que a comunicação multimodal se tornou viável em ambientes presenciais e virtuais, o que pode gerar novas formas de comunicação.

- No artigo 3, que trata sobre a integração das TIC e das práticas promovidas pela formação continuada, a autora indica dificuldades e expectativas nos processos de formação, a necessidade de constituição de cultura, habilidades e competências em TIC na prática docente e salienta que a inserção das TIC em práticas pedagógicas significa inovação no processo de ensino. Destaca a importância das TIC no mundo atual e de seu impacto na educação. Afirma que a sua inserção nas práticas pedagógicas é um desafio, pois não consiste apenas em “alfabetização digital”, mas em inovação no processo de ensino, considerada como fundamento que possibilita aprendizagem, não a compreendendo como mero instrumento. Sugere que recursos das TIC devem ser utilizados em processos de formação, por serem instrumentos educacionais facilitadores da aprendizagem e para que haja apropriação e incorporação das TIC é preciso cuidados especiais que promovam a capacitação efetiva para o uso adequado das TIC.

- No artigo 6, os autores apresentam suas concepções sobre como seres humanos interagem com as TIC; que as mídias são Tecnologias da Inteligência e que ao pensarem em matemática, o fazem de forma conjunta a mídia e em possibilidades de interação; que o conhecimento é produzido por coletivos e que as TIC possibilitam a reorganização do pensamento e do conhecimento, mediada por ação coletiva.

- No artigo 7, as autoras informam que propuseram, em suas teses de doutorado, abordagens pedagógicas para desenvolvimento de conteúdos específicos de disciplinas realizadas por meio da análise de modelos matemáticos, onde os estudantes utilizaram diversas Tecnologias para entender as soluções e comportamentos dos modelos. Ressaltam a importância dos recursos tecnológicos como facilitadores da aprendizagem, pois possibilitaram a ampliação da memória e, em alguns casos, a reorganização dos pensamentos dos estudantes. Salientam a importância das planilhas eletrônicas, da visualização dos gráficos e dos campos de direções, que facilitaram e potencializaram o aprendizado. Destacam a importância das Tecnologias Digitais no processo de análise do modelo e afirmam que o uso das Tecnologias tem que estar em consonância com a perspectiva de aprendizagem do professor.

(iii) Concepções adotadas sobre Modelagem matemática e à preocupação com classificação.

Sobre este tópico, verifica-se que os autores do artigo 3, 4 e 7 não se referiram a elas e que:

- No artigo 1, a autora explicita sua concepção, como uma abordagem fundamentada nas concepções da Educação Matemática Crítica (EMC), segundo pressupostos de Skovsmose (1994) e defende que o desenvolvimento de projetos de modelagem propicia formação política, relações dialógicas e espaço democrático em sala de aula. Refere-se a desenvolvimento de projetos devido à incerteza dos processos da modelagem. Concebe a Modelagem Matemática como abordagem por meio da matemática de problemas não matemáticos, escolhidos por grupos de estudantes, orientados segundo concepções da EMC, e que são privilegiados questionamentos filosóficos, que promovem a compreensão da matemática, que depende da realidade pela qual é concebida. Sugere que trabalho em grupo favorece discussão, diálogo e interação de ideias, identificando sua proposta como democrática para se trabalhar questões políticas na micro-sociedade da sala de aula, o que viabiliza a discussão sobre a importância da matemática em questões sociais. Classifica sua concepção segundo a “Perspectiva Sócio-Crítica”, proposta por Kaiser e Sriraman (2006).

- No artigo 2, os autores afirmam que o grupo a concebe como estratégia pedagógica de conteúdos vinculada ao uso de TIC e à formação de professores ou à Educação Matemática Crítica. Porém, a conceituação não fica clara, tendo em vista que não se referem a um

trabalho específico, mas do grupo, indicando apenas que a abordagem adotada seria a perspectiva por projetos de Modelagem.

- No artigo 5, ao tratarem sobre uma discussão teórico-filosófica sobre relações entre Modelagem Matemática e a realidade do mundo cibernético, os autores também não classificam a abordagem adotada, mas conceituam informando que compreendem a Modelagem Matemática como processo dinâmico, não sequencial, que se modifica pela condução da pesquisa, o que possibilita percebê-la em transformação.

- No artigo 6, os autores apresentam diferentes concepções do grupo sobre modelagem: (1) enfoque pedagógico ao visar a aprendizagem de conteúdo específico, onde o tema a ser definido deve estar diretamente relacionado a ele, ficando a critério do professor; (2) escolha do tema pelos estudantes, que identifica um tópico matemático a ser explorado.

- No artigo 8, que trata de um ensaio teórico sobre pesquisas em Modelagem Matemática e sua relação com diferentes tendências entre educação e em Educação Matemática, ao ser realizada a análise da concepção sobre Modelagem, utilizadas pelos autores consultados em sua pesquisa, afirma ter identificado diferentes perspectivas e abordagens. A autora cita as concepções de Bassanesi (2002) e Burak (2005), que se referem à uma perspectiva para o desenvolvimento da Modelagem em etapas na sala de aula, a partir da escolha de um tema, e os estudantes são convidados a buscar soluções para o problema, considerando a resolução de problemas como natural no contexto da modelagem. Outros autores, como Borba e Villareal (2005), defendem que na modelagem a escolha do tema deve ser feita pelo aluno e propõem o desenvolvimento de projetos, se diferenciando da resolução de problemas. Indica que sua concepção se aproxima da aprendizagem baseada em projetos, na qual o estudante escolhe um tema de seu interesse e usa conhecimentos matemáticos para investigá-lo e o professor se torna o orientador ao longo do processo. A autora também identificou que, em muitos trabalhos, a modelagem é apresentada com caminho para o ensino de matemática na Educação, mas que esta participação é pequena no âmbito da escola, devido à falta de conhecimento ou dificuldade em cumprir conteúdos. A autora não faz menção à classificação das abordagens adotadas.

- No artigo 9, as autoras apresentam as concepções de Bassanezi (2006), que define Modelagem como um processo que envolve teoria e prática, seja no ensino ou na pesquisa, que possibilita ao pesquisador interagir com a realidade buscando compreendê-la e de Biembengut (2009), que considera a Modelagem, no contexto da educação, como um método de ensino com pesquisa, que pode ser utilizado no ensino de ciências. Afirmando que é concebida com método, pois as etapas utilizadas na investigação científica se assemelham às três fases propostas por Biembengut (2009) para o desenvolvimento do processo de Modelagem, que consistem em: percepção e apreensão; compreensão e explicitação e significação e expressão. As autoras não fazem menção à classificação das

abordagens adotadas, mas sugerem uma proximidade do trabalho apresentado com a perspectiva do desenvolvimento por projetos.

- No artigo 10, a autora apresenta três compreensões diferenciadas da Modelagem para os cenários apresentados, mas, não explicita sua concepção sobre Modelagem Matemática no ensino.

(iv) Referencial teórico utilizado nos artigos analisados

No mapeamento também se buscou reconhecer quais foram os principais autores considerados nas fundamentações teóricas consideradas e verifica-se:

- No artigo 1 a autora adota pressupostos de Skovsmose (1994) para fundamentar sua abordagem sociocrítica da Modelagem Matemática.

- No artigo 2 os autores usam em pesquisas sobre inserção de tecnologias em ambiente de ensino e aprendizagem a fundamentação teórica de John Dewey (1959; 1965; 1978), Tikhomirov (1981), Pierre Lévy (1993) e Papert (1985, 1994).

- No artigo 3, na fundamentação teórica para as TIC, são indicados Vygotsky e Pierre Lévy (1999).

- No artigo 4 citam David Ausubel (1968) e Raymond Duval (2003) quando indicam articulações das teorias da Modelagem com outras teorias.

- No artigo 5 os autores utilizam Pierre Lévy (1996) na fundamentação teórica da discussão teórico-filosófica sobre relações entre Modelagem Matemática e a realidade do mundo cibernético.

- No artigo 6 os autores usam Lévy (1993) como fundamentação teórica para o uso de TIC.

- No artigo 7 citam como referencial teórico Bassanezi (2002), Hubbard (apud HABRE, 2000) e Kallaher (1999) para fundamentação teórica da abordagem pedagógica de análise de modelos.

- No artigo 8, a autora afirma que os suportes teóricos encontrados em Modelagem citam Ole Skovsmose, que trata sobre Educação Matemática Crítica, ou John Dewey, que trata do “interesse” pelo aprendizado, apesar de não terem desenvolvido prioritariamente pesquisas sobre Modelagem ou sobre Educação matemática.

- No artigo 9 as autoras citam na fundamentação teórica sobre Modelagem Matemática os autores Bassanezi (2006) e Biembengut (2004) e quanto ao uso de tecnologias destacam as contribuições de Lévy (1993) e Papert (1985).

- No artigo 10 a autora apresenta a ideia de jogos de linguagem, fundamentadas segundo a filosofia de linguagem de Ludwig J. J. Wittgenstein.

(v) Existência de proximidades das TIC com outras tendências ou da Modelagem com outras tendências

Em relação a esse tópico verifica-se:

- No artigo 1 a autora apresenta comparativos entre percepções de diferentes autores sobre distanciamentos e proximidades entre Modelagem Matemática, Etnomatemática e EMC, afirmando não existir consenso. Destaca proximidade da abordagem sociocrítica da Modelagem Matemática com a Etnomatemática, apesar de indicar que isso não seria consenso entre os pesquisadores da área. Acredita que esta discordância se deve pelas diferentes concepções que estas tendências têm na Educação Matemática. Afirma que Barbosa (2006), Kaiser e Sriraman (2006), Caldeira (2007) e Rosa e Orey (2003) identificam proximidades e que Scandiuzzi (2002) e Passos (2008) acreditam que não há proximidade entre elas.
- No artigo 4, sobre análise teórica de produções científicas sobre Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática, os autores indicam que na categoria “Meta estudo em Modelagem Matemática” perceberam a utilização recorrente das Tecnologias e de outras teorias nas abordagens por meio da modelagem, o que indica proximidade com as TIC. Na terceira categoria “Articulação entre modelagem e outras teorias” identificaram propostas de como articular a abordagem da Modelagem Matemática com teorias de aprendizagem, como a da Aprendizagem Significativa e a das Representações Semióticas ou com tendências em Educação Matemática, o que indica uma busca pela superação do distanciamento entre Modelagem e Aprendizagem Matemática, citando que identificaram aproximação com as tendências denominadas Investigação Matemática.
- No artigo 5, que apresenta discussão teórico-filosófica sobre relações entre Modelagem Matemática e realidade cibernética como uma possibilidade de virtualização, influenciando na compreensão de problemas da modelagem, os autores indicam que existe relacionamento entre modelagem e TIC e potencialidades dessa relação, na consolidação na área da Educação Matemática.
- No artigo 6 os autores apresentam síntese sobre possibilidades entre Modelagem e TIC, com enfoque nos processos pedagógicos, visando harmonizar o uso das mídias, vantagens e potencialidades, afirmando que a interação TIC/Modelagem tem sido um traço marcante das pesquisas do grupo.
- No artigo 7, as autoras apresentam entre abordagens de ensino pela proposta de análise de modelos proposta e pela Modelagem Matemática, utilizada em sala de aula, proposta por diferentes autores, com diferentes concepções. Indicam que a proposta apresentada não seria considerada uma Modelagem Matemática, pois propõem a análise de modelos já existentes para a compreensão dos conceitos. Porém, entendem que existem interseções entre elas e que poderiam ser utilizadas de forma conjunta ou complementar. Afirmam que



na análise de modelos muitas das concepções da Modelagem Matemática são utilizadas, tais como propiciar reflexões sobre o fenômeno, visando dar significados aos conceitos estudados por meio de problemas reais estudados e análise crítica de suas limitações. Concordam que existe proximidade das Tecnologias digitais com a Modelagem, indicada por Borba e Villarreal (2005) e sugerem que existe proximidade do uso de Tecnologias Digitais com a Análise de Modelos. Destacam a importância das Tecnologias Digitais no processo de análise do modelo e afirmam que o uso das Tecnologias tem que estar em consonância com a perspectiva de aprendizagem do professor. Sugerem que apresentaram uma análise inicial sobre as relações entre Modelagem Matemática e Análise de Modelos, que julgam que precisa ser amadurecida, e esperam ter contribuído ao apresentarem um trabalho diferenciado para se trabalhar com modelos em sala de aula.

-No artigo 8, que trata de um ensaio teórico sobre pesquisas em Modelagem Matemática e sua relação com diferentes tendências entre educação e em Educação Matemática, a autora identifica relações da modelagem com outras tendências em Educação Matemática, como: Formação de professores, TIC, Etnomatemática, Pedagogia de Projetos, perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), e interseções e possibilidades entre diferentes linhas de pesquisa. Na análise, identificou ser usual, em pesquisas desenvolvidas sob a perspectiva da Modelagem, a existência de abordagens realizadas por meio de outras tendências, como o uso da Modelagem aliada à pedagogia de projetos, pois afirma ter sido citada por diversos autores que as consideram com pressupostos e características semelhantes. Identificou que existem relações entre Modelagem e Etnomatemática, mas que na pesquisa foram identificadas convergências e divergências entre elas, o que indica ser necessário o desenvolvimento de novas pesquisas para o esclarecimento destas. Afirmar que a modelagem tem sido utilizada em conjunto com outras tendências na Educação Matemática, assim como em outros campos do conhecimento, o que indica que possui similaridades com outras áreas e linhas de pesquisa e que depende de como é concebida; destaca relações evidenciadas entre Modelagem Matemática e Pedagogia de Projetos. Indica que existem vários tipos de relações entre Modelagem e as demais tendências, seja em Educação Matemática ou entre áreas afins, que podem ser pesquisadas. Sugere que seu trabalho visa contribuir com subsídios que fundamentem o debate sobre a identificação das interações da Modelagem com as demais tendências educacionais.

3.3. Reconhecimento e análise

No mapeamento realizado, foram identificados quatro artigos referentes a pesquisas teóricas (1, 2, 4 e 8) e seis artigos referentes a pesquisas aplicadas (3, 5, 6, 7, 9 e 10).

Para reconhecer convergências e divergências e potencialidades no uso das Tecnologias em contextos de Modelagem, inicialmente os artigos foram agrupados por



enfoques, ou seja: os artigos 1, 4, 7 e 10 com abordagem na tendência Modelagem Matemática; o artigo 3, com abordagem na tendência do uso de Tecnologias e os artigos 2, 5, 6, 8 e 9 com abordagens nas duas tendências.

3.3.1. Análise dos artigos com enfoque na Modelagem Matemática

Nos artigos 1 e 7, houve convergência na análise dos “objetivos”, pois ambos apresentam “concepções sobre abordagens de ensino”. No artigo 1, a autora apresenta sua concepção de ensino de matemática segundo a Modelagem Matemática por meio da abordagem sociocrítica, e no artigo 7 as autoras apresentam uma abordagem para o ensino por Análise de Modelos que afirmam ser diferente das concepções da Modelagem Matemática.

Também nos artigos 1, 4 e 7, houve divergência na identificação de “relações entre a Modelagem Matemática e outras tendências” da Educação Matemática, a qual aparece inclusive nos objetivos dos artigos 1 e 7.

Na análise do artigo 1, a autora indica que sua concepção de Modelagem Matemática, por meio da abordagem sociocrítica, tem proximidade com a Etnomatemática, pois ambas propiciam um aprendizado crítico e contextualizado de matemática, mas indica que essa proximidade não é consenso entre pesquisadores.

No artigo 7, as autoras identificam interseções da sua proposta de Análise de Modelos com as propostas de Modelagem Matemática, pois afirmam que ambas propiciam o estudo de fenômenos por meio de processos reflexivos, visam-no intuito de significar os conceitos matemáticos abordados, bem como propiciam análise crítica de limitações. Também afirmam existir proximidades da sua proposta e da Modelagem Matemática com as Tecnologias Digitais.

No artigo 4, apesar de não constar explicitamente nos objetivos o propósito de verificar proximidades com outras tendências em Educação Matemática, elas emergem na categoria “Articulação entre modelagem e outras teorias”, indicando proximidade da Modelagem Matemática com tendências Investigação Matemática e com as TIC.

Assim, dos quatro artigos (1, 4, 7 e 10) com enfoque em Modelagem, dois citaram a existência de proximidades das tendências da Modelagem Matemática e do uso das Tecnologias.

Também é possível identificar como ponto convergente o fato de todos os artigos citarem quais foram as “tecnologias relacionadas aos processos de ensino”, sendo que três (de quatro artigos) citam ou remetem à “importância do uso das tecnologias”, o que indica uma potencialidade desta tendência no ensino.

No artigo 1, a autora destaca a crise da sociedade relativa ao alto uso de recursos tecnológicos, em um contexto no qual a matemática está muito presente, remetendo à



importância do uso das tecnologias, mas não descreve possibilidades de uso, nem potencialidades desses, em atividades de Modelagem.

No artigo 4, as autoras citam proximidades da Modelagem Matemática com as TIC, indicando a importância do uso dos recursos tecnológicos em atividades de Modelagem, tendo em vista que o artigo apresenta resultados de um estudo teórico sobre artigos de eventos da área. Mas não se referem a potencialidades.

No artigo 7, as autoras indicam a importância das Tecnologias Digitais no processo de Análise do Modelo, afirmando que os estudantes as utilizaram para compreender soluções e comportamentos dos modelos. Ressaltam a importância dos recursos tecnológicos como facilitadores do processo, indicando que possibilitaram a ampliação da memória e, em alguns casos, a reorganização dos pensamentos dos estudantes. Também indicam a importância das planilhas eletrônicas, da visualização dos gráficos e dos campos de direções, que facilitaram e potencializaram o aprendizado. Afirmam que o uso das tecnologias tem que estar em consonância com a perspectiva de aprendizagem do professor. Conforme afirmado anteriormente, indicam proximidades entre o uso das Tecnologias não somente na Análise de Modelos, mas também em relação à Modelagem Matemática, o que indica a importância do uso das Tecnologias como recursos no processo de aprendizagem.

No artigo 10, a autora se refere ao uso de tecnologia apenas em um dos cenários de Modelagem e informa que os dados já foram disponibilizados e a proposta aos estudantes consistiu apenas em bons exercícios de matemática, com uso de Tecnologias, para encontrar a resposta. Nesse caso, verifica-se que o uso da Tecnologia não foi valorizado, apesar de terem sido citados em uma atividade de Modelagem.

3.3.2. Análise do artigo com enfoque em Tecnologias

O artigo 8 aborda ao grande impacto da evolução das TIC na sociedade e, em especial, na educação. A autora indica que inserir as TIC no ensino implica mudanças no ambiente de ensino e aprendizagem. Esse tema emerge com muita clareza, indicando a importância e a necessidade de formação continuada que promovam essa preparação para integração das TIC no cotidiano escolar. Também indica que, na pesquisa exploratória realizada, essa é uma necessidade, evidenciada pelos próprios professores de matemática, que atuam no ensino, que se referem à atualização e à capacitação quanto ao uso das TIC nos ambientes escolares, que possibilite a familiarização com tais recursos de modo a viabilizar seu uso em práticas pedagógicas cotidianas. Relata, ainda, que foram desenvolvidos vários trabalhos sobre formação continuada, relacionados à Modelagem, com objetivo de divulgação da proposta, de forma que pudesse ser incorporada à prática,



visando ao ensino reflexivo e colaborativo, onde se ressalta a necessidade do saber prático, que possibilite a familiarização com a proposta e a prática efetiva.

Uma informação importante dessa pesquisa, que colabora com a análise do presente mapeamento, se refere ao seguinte fato: de 30 professores consultados, apenas dois conheciam a proposta de Modelagem Matemática para o Ensino, o que é um indicativo da necessidade de ampliação da divulgação e de capacitação de propostas na linha de pesquisa dessa tendência da Educação Matemática.

3.3.3. Análise dos artigos com enfoque no uso de Tecnologias e na Modelagem Matemática

O primeiro ponto de convergência identificado nos cinco artigos (2, 5, 6, 8 e 9) com enfoque nas duas abordagens se refere à citação de identificação de “relações entre tendências do uso de Tecnologias digitais ou TIC e Modelagem Matemática”. Nessa análise, verificou-se que todos os textos fizeram referência à temática, tendo os artigos 2, 5, 6 e 8 identificado a existência de relações entre as TIC e a Modelagem e apenas o artigo 9 se referido às relações entre tecnologias digitais e Modelagem.

Também foi identificada, em todos os artigos, outra convergência, que se refere “às opiniões favoráveis sobre o uso das TIC em ambientes de Modelagem”, indicando que os recursos das TIC facilitam a apreensão de conceitos e a aprendizagem, citando, como exemplo, a visualização como um recurso importante quando se trabalha com as TIC na Modelagem, que propicia aprendizagem pela abordagem gráfica (ou visualização das TIC), identificados nos cinco artigos com enfoque nas duas abordagens.

Outra convergência identificada sobre o uso das duas tendências foi “necessidade de investigações futuras” sobre como a Modelagem está sendo transformada pelas TIC, em especial, pela Internet, foi verificada nos artigos 2, 5 e 6, a exemplo de suas pesquisas.

As três convergências anteriormente apresentadas indicam potencialidades no uso das TIC em atividades de Modelagem para o Ensino de Matemática.

Quanto à análise de “relações da Modelagem Matemática com outras tendências” nesse recorte, outro ponto de convergência foi a proximidade com a perspectiva da Pedagogia de Projetos evidenciada nos artigos 4, 6, 8 e 9. Apenas o artigo 5 não faz referência a ela.

Um ponto de divergência verificado no mapeamento relaciona-se às “concepções adotadas sobre Modelagem Matemática”. Os artigos 2, 6 e 8 apresentam suas concepções vinculadas às perspectivas da TIC e da Modelagem por Projetos e, no artigo 9, as autoras apresentam sua concepção definida por Modelação.

4. Considerações finais

Esta pesquisa consistiu no mapeamento de dez artigos publicados em periódicos Qualis A ou B entre os anos 2009 e 2014, visando reconhecer convergências, divergências e potencialidades no uso de Tecnologias e de Modelagem no Ensino de Matemática.

As análises indicam que existem proximidades da Modelagem Matemática com outras tendências e quando o enfoque do artigo aborda as tendências Modelagem Matemática e TIC a convergência emerge como algo natural, no que diz respeito à aprendizagem por meio de problemas vinculados às realidades dos estudantes. A aproximação ocorre tanto no processo de reconhecimento do problema e coleta de dados, como no processo de formulação, resolução e validação, por meio de *softwares* matemáticos. Ressalta-se que a convergência identificada no presente mapeamento confirma a proximidade sugerida, entre as duas tendências, indicada pela pesquisa de Borba e Villarreal (2005) há nove anos.

Nesse enfoque, também foi possível identificar, como convergência, a proximidade da Modelagem e das TIC com a Aprendizagem Baseada em Projetos. Apenas no artigo 8, a autora cita ter encontrado sinergias entre a Aprendizagem Baseada em Projetos, a Modelagem e as TIC. Essa aproximação se confirma, neste mapeamento, sendo uma importante contribuição dessa pesquisa.

As aproximações entre as tendências indicam possibilidades de busca por novos caminhos para aprendizagem de matemática, considerando que existem relações identificadas entre a Modelagem Matemática no ensino e o uso das TIC que podem ser exploradas. Assim, o mapeamento indica a necessidade de pesquisas futuras que visem explorar novas possibilidades de usos dos recursos tecnológicos, tendo em vista a transposição de problemas da Modelagem Matemática para as TIC e novas formas de compreensão e de apropriação de conceitos.

Considerando o indicativo “citação de uso das tecnologias”, verificou-se pela análise das produções com enfoque apenas em Modelagem, que essa foi unânime. A maioria ressalta a importância do uso das tecnologias, especialmente as digitais, onde apenas o artigo 10 não se referiu à sua importância no processo de aprendizagem do estudante. Quando as produções consideraram tendências Modelagem e TIC a opinião é favorável e unânime. O mapeamento também permitiu perceber que, mesmo nos casos em que os artigos não apresentavam o uso das duas tendências como abordagens complementares no ensino, ao citarem o “uso das TIC” em práticas pedagógicas, os autores indicaram como vantagens, no uso das tecnologias digitais, a possibilidade da visualização gráfica, a coleta de dados por meio da pesquisa *on-line* e citaram a possibilidade da realização de simulações, em análises dos problemas abordados. Dentre esses recursos ressaltam a

potencialidade da visualização gráfica, que possibilita elaboração de novas conjecturas e ilustra o papel ativo das tecnologias no pensamento, onde o conhecimento resulta do processo interativo entre o ser humano e a mídia. Também sinaliza que o uso das TIC pode facilitar a compreensão de conceitos matemáticos por meio da transição entre diferentes representações semióticas, potencializando o aprendizado, em contextos de Modelagem. Assim, “citação de uso das tecnologias” foi identificada como uma convergência no mapeamento realizado e o “uso das TIC em atividades de Modelagem” como uma potencialidade na aprendizagem.

Pontualmente, os relatos das atividades indicam diversas contribuições e potencialidades no uso das duas abordagens, quando utilizadas como propostas complementares para o ensino de matemática, especialmente no que diz respeito à coleta de dados por meio da rede mundial de computadores, explorações de conjecturas, por meio de visualizações e simulações e, também, na validação dos modelos matemáticos elaborados. Nesses, foi possível identificar a importância da mediação nas atividades, tanto na orientação do professor, como em ações coletivas, na reorganização do pensamento e do conhecimento.

Quanto às concepções adotadas em relação à Modelagem Matemática identificou-se que há divergência, o que é comum em pesquisas dessa linha, devido à existência de diferentes compreensões do processo de ensino aprendizagem de seus idealizadores. Constatou-se que a compreensão da realidade interfere na perspectiva da abordagem de Modelagem Matemática adotada, bem como na escolha de outras tendências em Educação Matemática, visando favorecer o processo de ensino e aprendizagem. Também se verificou que não existe a preocupação dos autores quanto à classificação de sua concepção, pois a maioria não o fez.

De modo geral, foi possível verificar que as inovações tecnológicas têm provocado transformações importantes na sociedade e têm suscitado inovações em abordagens de ensino, especialmente segundo o enfoque da Modelagem Matemática, o que indica novos desafios, novas propostas e, conseqüentemente, novas abordagens educacionais. Devido ao grande impacto da evolução das TIC na sociedade e, em especial, na Educação, os autores indicam que a sua inserção no ensino, além de ser uma necessidade, implica em mudanças nos processos de aprendizagem, não apenas em contextos de Modelagem Matemática, mas de modo geral. Inclusive o artigo 3 esclarece sobre a importância e a necessidade de formação continuada que promovam esta preparação para integração das TIC no ensino, sendo essa necessidade indicada pelos próprios professores, para familiarização e capacitação quanto ao uso adequado de tais recursos, viabilizando-os em suas práticas pedagógicas. Além disso, um indicativo apresentado no artigo 3 é que a Modelagem

Matemática é uma prática pouco conhecida nos ambientes escolares, o qual salienta a necessidade de cursos de formação que divulguem essa tendência.

Quanto às fundamentações teóricas consideradas, o mapeamento indica que houve uma grande diversidade de autores, sendo que apenas na abordagem com uso de TIC, o autor Pierre Lévy foi citado em um número significativo de trabalhos (metade deles).

A importância desse mapeamento consiste na identificação de convergências, divergências e potencialidades envolvendo as abordagens das tendências Modelagem Matemática e o uso das TIC no ensino de matemática, o que pode vir a contribuir com novas pesquisas que visem explorá-las. Salienta-se que esse foi um recorte sobre esse tema e as conclusões resultam da análise dos indicativos reconhecidos nos artigos considerados, que poderiam resultar em percepções e conclusões diferentes, caso fossem analisados outras produções.

Referências

- ALMEIDA, L. M. W.; ARAÚJO, J. L.; BISOGNIN, E. (Orgs.). **Práticas de Modelagem Matemática na educação matemática: relatos de experiências e propostas pedagógicas**. Londrina: Editora da Universidade Estadual de Londrina, 2011. p. 141-158.
- BARBOSA, J. C. **MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: CONTRIBUIÇÕES PARA O DEBATE TEÓRICO**. IN: ANAIS DA REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24. 2001, CAXAMBU.
- BASSANEZI, C. R. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.
- BENNEMANN, M.; ALLEVATO, N. S. G. **TIC nos artigos do Bolema nos últimos 10 anos**. 2011. XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática (XIII CIAEM). In: XIII CIAEM.
- BIEMBENGUT, M. S. **Mapeamento na Pesquisa Educacional**. Editora Ciência Moderna: Rio de Janeiro. 2008.
- BIEMBENGUT, M. S. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.2, p.7-32, jul. 2009.
- BIEMBENGUT, M. S. Concepções e Tendências de Modelagem Matemática na Educação Brasileira. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. Año7. Número 10. p 195-204. Costa Rica. 2012.
- BORBA, M. C., CHIARI, A. (Orgs.) **Tecnologias Digitais e Educação Matemática**. São Paulo: Editora da Física, 2013.
- BORBA, M. C.; MALHEIROS, A. P. S.; ZULATTO, R. B. **Educação a Distância online**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.



- BORBA, M. C., PENTEADO, M. G. *Informática e Educação Matemática*. 4ª ed., Coleção Tendências em Educação Matemática – Belo Horizonte: Autêntica, 2010.
- BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking**: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization. New York: U.S.A., Springer, 2005.
- DALLA VECCHIA, R. *A Modelagem Matemática e a Realidade do Mundo Cibernético*. São Paulo: UNESP, 2012. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.
- FLEMMING, Diva Marília; LUZ, Elisa Flemming; MELLO Ana Cláudia Colloço de. **Tendências em educação matemática**. 2. ed. - Palhoça : UnisulVirtual, 2005. 87 p.
- KAISER, G.; SRIRAMAN, B. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. **The International Journal on Mathematics Education**, London, v. 38, n. 3, p. 302 - 310, 2006.
- MEYER, J. F. C. A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIRO S, A. P. S. *Modelagem em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.
- MICHAELIS. **Dicionário Online - Dicionários Michaelis – UOL**. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/>>. Acesso em 12 de jun. de 2014.
- PAPERT, S. A. **Máquina das Crianças**: Repensando a Escola na Era da Informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- PONTE, J. P. Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: Que desafios? **Revista Iberoamericana de Educación**, 24, 63-90. 2000.
- SANTOS, E. **Educação Online para além da EAD: um fenômeno da Cibercultura**. In: Actas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia. Braga: Universidade do Minho, 2009.
- SCHEFFER, N. F. Modelagem Matemática: uma abordagem para o ensino-aprendizagem da matemática. **Educação Matemática em Revista – RS**. SBEM-RS. nº1, p. 11-16, 1999.
- SKOVSMOSE, O. Cenários de investigação. **Bolema– Boletim de Educação Matemática**, RioClaro (SP), n. 14, p. 66-91, 2000.
- VALENTE, J. A. **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**. Campinas: UNICAMP/NIED, 1993.
- VALENTE, J. A. **Diferentes usos do computador na educação**. In: **Diferentes usos do computador na educação. O uso inteligente do computador na educação**. Palestra realizada em Belo Horizonte em 28 jan. 1998.
- VERASZTO, E. V.; SILVA, D.; MIRANDA, N. A.; SIMON, F. O. Tecnologia: Buscando uma definição para o conceito. **PRISMA.COM**, 7, p. 60-85, 2008.

Rosana Maria Luvezute Kripka

Universidade de Passo Fundo (UPF); - Brasil

E-mail: rkripka@upf.br

Maria Salett Biembengut - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) - Brasil

E-mail: maria.salett@pucrs.br

Isabel Cristina Machado de Lara - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) - Brasil

E-mail: isabel.lara@pucrs.br

Lori Viali - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - Brasil

E-mail: viali@pucrs.br

Regis Alexandre Lahm - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

E-mail: lahm@pucrs.br