

O Significado da Modelagem utilizada no Ensino de Física conforme lido a partir de Referenciais da Educação Matemática.

The Meaning of Modelling in Physics Teaching as Read from Mathematical Education Modeling Referentials.

Jeferson Fernando de Souza Wolff¹ e Agostinho Serrano

Programa de Pós-Graduação Em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade Luterana do Brasil – Canoas – RS

Resumo

Este trabalho é um ensaio teórico no qual desenvolvemos uma análise preliminar sobre o significado decorrente da utilização da modelagem no ensino brasileiro na área de Física, frente aos diferentes significados desenvolvidos e utilizados na matemática. Como veremos, a modelagem possui diferentes características, vertentes ou metodologias utilizadas. Em particular, o desenvolvimento e geração de significados decorrentes desse desenvolvimento na Educação Matemática foi pioneiro no país, e as incipientes tentativas de se conceitualizar modelagem em ciências exatas pode ser lido a partir do que já foi desenvolvido na matemática. Assim, pode-se encurtar a distância entre a educação matemática e a educação em ciências exatas. Esse é o objetivo deste trabalho.

Palavras-chave: Física, Matemática, Ensino, Modelagem

Abstract

This work is a theoretical paper in which we develop a preliminary analysis of the meaning from the use of modeling in the Brazilian education in the field of physics, in the different meanings developed and used in mathematics. As we shall see, the model has different characteristics, components or methodologies used. In particular, the development and generation of meaning resulting from this development was a pioneer in mathematics education in the country, and the fledgling attempts to conceptualize modeling sciences can be read from what has already been developed in mathematics. This is the objective of this work.

Key words: Physics, Mathematics, Teaching, Modeling

¹ Email para correspondência: Jefersonwolff@terra.com.br

Introdução

A utilização de modelos faz parte do cotidiano das pessoas, que os utilizam para explicar ou descrever situações do mundo que o cerca, conforme se pode verificar em Ferreira (2006) “Quando pessoas raciocinam sobre o mundo físico, elas frequentemente usam modelos, particularmente em situações em que a resposta não pode ser buscada de informações previamente acumuladas ou não pode ser deduzidas de informação verbal.” (FERREIRA, 2006, p. 7).

O uso de modelagem na educação científica é um processo de recontextualização, diferenciando-se dos objetivos apresentados pelos cientistas, mas em muitos casos confundindo-se na metodologia utilizada. Na modelagem utilizada com fins educacionais é possível identificarmos um conjunto de princípios operando sua apropriação e re-focalização face aos princípios que já operam na prática pedagógica. Neste trabalho, quando utilizarmos o termo modelagem, estaremos considerando como uma metodologia de ensino.

Várias são as definições apresentadas para modelagem em ciências, entre elas podemos destacar a de Santos:

A modelagem é o processo de estabelecer relações entre entidades importantes de um sistema. Para cada modelador existe um modelo mental básico (a visão ou imagem que o modelador tem do sistema real) a partir do qual é construído um modelo específico simplificado. Ao experimentar com esse modelo simplificado deseja-se aumentar o entendimento do modelo base e também do sistema real caracterizado por esse modelo. Um modelo deve ser construído selecionando-se o menor subconjunto de variáveis que descrevem adequadamente o sistema real. A habilidade em modelagem depende de experiência, conhecimento, intuição, julgamento, percepção e imaginação. A construção de um modelo é baseada num modo específico de olhar para o objeto, isto é, para a “realidade”. (SANTOS, 2002, p. 2)

Também verificamos que para Barbosa (2004) o ambiente da modelagem utilizado para ensino vai depender da problematização e da forma como será conduzida a investigação. Para esses dois pontos ele apresenta que:

O primeiro refere-se ao ato de criar perguntas e/ou problemas enquanto que o segundo, à busca, seleção, organização e manipulação de informações e reflexão sobre elas. Ambas atividades não são separadas, mas articuladas no processo de envolvimento dos alunos para abordar a atividade proposta. Nela, podem-se levantar questões e realizar investigações que atinjam o âmbito do conhecimento reflexivo.” (BARBOSA, 2004, p.75)

A modelagem Matemática acaba sendo utilizada como metodologia de ensino inclusive para outras áreas, como a Química e a Física. Conforme Fidelis e Almeida, a modelagem Matemática pode ser considerada como “uma abordagem de um problema não matemático por meio da matemática onde as características pertinentes de um objeto são extraídas com a ajuda de hipóteses e aproximações simplificadoras e representações em termos matemáticos são determinadas.” (FIDELIS e ALMEIDA, 2009)

A seguir passaremos a descrever rapidamente três vertentes referentes à utilização da modelagem Matemática como metodologia de ensino no Brasil. Após vamos apresentar algumas pesquisas e trabalhos que foram desenvolvidos no ensino da Física que estejam relacionados com modelagem, buscando identificar se há alguma relação com uma ou mais das três concepções de modelagem Matemáticas que estamos considerando nesse trabalho.

Modelagem Matemática

É possível encontrar na literatura perspectivas sobre modelagem Matemática que divergem em alguns pontos, mas que conforme Malheiros (2004) possuem sempre algo em comum: o objetivo de resolver um problema da realidade, ou de outras áreas do conhecimento, utilizando para isso a Matemática.

Na educação brasileira, vários são os autores que defendem a utilização da modelagem no ensino de Matemática. Mas procuraremos nos deter mais especificamente em três destas vertentes, que são defendidas pelos autores Joni Rodney Carlos Bassanezi, Jonei Cerqueira Barbosa e Marcelo Borba. A opção de estudo da modelagem através destes três autores deve-se principalmente por possuírem uma produção sólida na área, com livros e artigos publicados e por suas visões quanto à modelagem como metodologia divergirem em alguns pontos, como por exemplo, na atuação do professor na condução da atividade de modelagem.

Passaremos a descrever de forma breve as concepções de modelagem apresentada por cada um desses autores.

Modelagem segundo Bassanezi

Para Bassanezi (2002) a modelagem Matemática pode ser considerada essencialmente como a arte de transformar problemas da realidade, do cotidiano e resolvê-los, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real.

Este autor defende a modelagem como um processo, e não como um produto a ser apresentado para o aluno de forma acabada. Ainda, segundo Bassanezi (2004), um modelo matemático “é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado”. Bassanezi (2004) acrescenta que “a modelagem não deve ser utilizada como uma panacéia descritiva adaptada a qualquer situação da realidade”, ou seja, para este autor não é qualquer problema de nossa realidade que pode ser modelado matematicamente.

Ainda em consideração a Bassanezi (2004), ele descreve a modelagem matemática como um “método”, com etapas previamente definidas. Para ele “a modelagem de uma situação problema ou problema real deve seguir uma sequência de etapas”. Estas etapas são: a Experimentação, atividade onde se processa a obtenção dos dados; a Abstração, que consiste no procedimento que deve levar à formulação dos modelos matemáticos; Resolução, etapa em que se substitui a linguagem natural pela linguagem matemática; e Validação, que consiste no processo de aceitação ou não do modelo proposto. Caso o modelo proposto seja refutado, então é apresentado pelo autor outra etapa, a Modificação, a qual consiste em verificar quais foram as falhas do modelo. Podemos considerar que para Bassanezi somente há modelagem quando se segue cada uma destas etapas, ou seja, seguir este modelo apresentado por ele, chegando essencialmente em um modelo ou equação matemática. Bassanezi também considera que a modelagem possui uma forte potencialidade de interdisciplinaridade, já que para a sua realização podemos iniciar com uma situação problema das mais variadas áreas.

Modelagem segundo Barbosa

Jonei Cerqueira Barbosa é uma das referências quando se trata de modelagem Matemática no Brasil. Ele busca, através dessa metodologia, fazer com que os alunos apliquem conhecimentos já adquiridos, além da possibilidade de adquirirem novos conceitos durante a

modelagem. O enfoque da sua metodologia está no processo, o que o aluno pode aprender com o processo de modelagem, conforme podemos verificar no trecho a seguir:

[...] os alunos são convidados a usarem idéias, conceitos, algoritmos da matemática para abordá-las. Além de aplicar conhecimentos já adquiridos, como tradicionalmente tem sido assinalado, há a possibilidade de os alunos adquirirem novos durante o próprio trabalho de Modelagem. (BARBOSA, 2004, p. 76)

Para ele “Modelagem pode ser definida em termos dos propósitos e interesses subjacentes à sua implementação, conduzindo a implicações conceituais e curriculares.” (BARBOSA, 2006, p.77). Ele argumenta que os tópicos matemáticos ensinados na escola devem ser aqueles que são úteis para sociedade. Ainda para ele “A ênfase é colocada no processo de resolução de problemas aplicados, focalizando o processo de construção de modelos matemáticos.” (BARBOSA, 2001, p.3). Ainda, citando Barbosa, a Modelagem é vista “como um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações com referência na realidade” (BARBOSA, 2001, p.6).

Barbosa (2001) classifica a modelagem matemática em três Casos, conforme a participação do professor e do aluno no processo. No Caso 1 o professor apresenta a situação problema e as informações necessárias para os alunos iniciarem a modelagem; eles não possuem a necessidade de buscar informações fora da sala de aula. No Caso 2 o professor sugere o tema a ser investigado, mas não apresenta maiores informações; essas deverão ser obtidas pelos alunos fora da sala de aula. E no Caso 3, a partir de temas não-matemáticos, formulam e resolvem problemas buscando simplificar a situação. Na tabela abaixo, apresentada por Barbosa (2001), pode-se comparar a participação aluno e professor na elaboração do problema, simplificação, dados qualitativos e quantitativos, e a resolução de problemas.

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Elaboração da situação problema	Professor	Professor	Professor/aluno
Simplificação	Professor	Professor/aluno	Professor/aluno
Dados qualitativos e quantitativos	Professor	Professor/aluno	Professor/aluno
Resolução	Professor/aluno	Professor/aluno	Professor/aluno

Tabela 1: relação do professor e do aluno no caso da modelagem.

Nesta tabela apresentada por Barbosa fica bem evidenciada a participação do professor e do aluno conforme caso de modelagem que esteja sendo utilizado, verificando que no Caso 3, há efetiva participação do aluno em todos os momentos da modelagem.

Modelagem conforme Borba

O outro autor em relação ao qual iremos considerar as suas concepções quanto à modelagem matemática é Marcelo Borba. Para Borba a modelagem é “uma concepção pedagógica na qual grupos de alunos escolhem um tema ou problema para ser investigado, e com o auxílio do professor desenvolvem tal investigação que muitas vezes envolve aspectos matemáticos relacionados com o tema” (BORBA, 1999, p.76). Nesta estratégia a modelagem pode ser vista

como o esforço de descrever matematicamente um fenômeno que é escolhido pelos alunos com o auxílio do professor. Para Borba nem sempre aspectos matemáticos podem estar relacionados como o tema escolhido.

Malheiros (2004) ao fazer referência a Borba apresenta que “Para ele, nem sempre aspectos matemáticos podem estar relacionados com o tema escolhido, dependendo de diferentes fatores como série, currículo, entre outros” (MALHEIROS, 2004, p.41). Isso pode ocorrer, pois são os alunos que escolhem o tema a ser pesquisado.

Modelagem Matemática e o Ensino da Física

Na Física, alguns trabalhos utilizam o termo modelagem na identificação de uma metodologia de ensino. É importante ressaltar que muitos trabalhos em Física, quando abordam o termo modelagem, não o usam no sentido de metodologia de ensino, mas sim como uma metodologia científica de pesquisa em Física Aplicada ou Pura – em uma perspectiva de validar e aprimorar a precisão dos resultados e fazer previsões (Veit, 2005). Neste trabalho nos deteremos a identificar a modelagem como estratégia de ensino para a Física, buscando relacionar quando possível com as estratégias de ensino em modelagem utilizada pela Matemática.

Neste levantamento podemos verificamos que em alguns casos o termo modelagem não se relaciona diretamente com nenhuma das três concepções de modelagem Matemática, outros em mais de uma. Dessa forma, o que buscaremos a seguir é identificar relações entre modelagem Matemática e o ensino de Física brasileira em alguns trabalhos publicados principalmente na Revista Brasileira de Ensino de Física, segundo uma ou mais concepções de modelagem Matemática apresentadas anteriormente.

O primeiro trabalho que iremos apresentar uma discussão é o de Camiletti e Ferracioli (2002), *A Utilização da modelagem Computacional Semiquantitativa no Estudo do Sistema Massa Mola*, inicia buscando definir modelagem computacional, que está dividida em modelagem exploratória, a qual consiste em levar o aluno a desenvolver um modelo pronto, o que nós chamaríamos de simulação, e modelagem expressiva, em que o aluno é levado a construir um modelo através do ambiente computacional. Os autores buscam desenvolver a sua atividade como uma modelagem expressiva, em que o aluno é levado a construir o modelo. Esse trabalho possui características de uma modelagem que a semelha-se a que é proposta por Bassanezi. Para a construção do modelo é proposto que o aluno siga sete passos básicos que constam na definição do sistema a ser estudado, a determinação do problema relacionado com o sistema escolhido, listagem das variáveis, construção do modelo através de diagramas, representação do problema, simulação do problema e validação do modelo. Como podemos observar os autores, assim como Bassanezi propõem etapas a serem seguidas pelos alunos durante a construção do modelo, moldando a atividade de forma pré-estruturada. A atividade estudada por esse autores, foi de um sistema massa-mola com a utilização do Ambiente de Modelagem Computacional WLinkt.

Veit e Teodoro (2002) em *Modelagem no ensino/aprendizagem e os novos parâmetros curriculares do ensino médio* buscam apresentar a modelagem com uma ênfase no ensino de Física assistida por computador. Neste artigo não há referência a nenhuma das vertentes de modelagem matemática que nos dispomos a estudar, nem citam qualquer dos três autores que abordamos neste artigo quanto à modelagem matemática. Na realidade, eles entendem significado de modelagem no sentido de um processo de representação “Um modelo é uma representação simplificada de um sistema, mantendo apenas as suas características

essenciais.” Mas adiante eles apresentam a importância da matemática para a modelagem Física, mas não reduzem a modelagem Física à uma modelagem Matemática, como podemos verificar a seguir:

Um modelo matemático, que é uma forma específica de representação, se vale de objetos matemáticos, como são as funções, os vetores, as figuras geométricas. De particular interesse em Física são os modelos de sistemas dinâmicos, isto é, modelos que estabelecem alguma relação matemática entre quantidades físicas e o tempo, considerado como uma variável independente. (VEIT E TEODORO, 2002, p.3)

Fica claro neste artigo que a concepção de modelagem é um pouco diferente das expostas para a modelagem Matemática discutida anteriormente. Como já discutido anteriormente, a definição de modelagem utilizada por Veit e Teodoro é a utilizada na práxis científica de teste e validação de modelos. Contudo, se estendermos esta visão a uma práxis didática em sala de aula, e se formos comparar com as três vertentes discutidas da modelagem matemática, podemos considerar que a metodologia didática proposta por Veit e Teodoro se aproxima mais da concepção de modelagem proposta por Barbosa. Assim, conforme exposto, o professor terá a função de apresentar os tópicos a serem modelados através do *software Modellus*.

No trabalho *Atividades de Modelagem Computacional no Auxílio à Interpretação de Gráficos da Cinemática* Araujo, Veit e Moreira(2004), descrevem uma atividade utilizando *software Modellus* para a simulação de modelos que estejam relacionados com cinemática, afim de que estes sejam interpretados pelos alunos, em especial a interpretação gráfica. Nesta atividade os autores construíram os modelos e aos alunos caberia apenas a execução da simulação, com a possibilidade de alterar alguns parâmetros, como por exemplo, aceleração. A concepção de modelagem que os autores apresentam no trabalho pode ser caracterizada com a estrutura de modelagem apresentada por Bassanezi, apresentam uma estrutura a ser seguida em que modelagem é um processo de criação dividido em cinco estágios: seleção do problema, construção, validação, análise e expansão do modelo. Com essa concepção, em que para os alunos cabe apenas a modificação de parâmetros e não a construção de um modelo, dessa forma, não caracterizamos em nenhuma das três vertentes de modelagem aqui estudada.

Greca e Santos (2005) em *Dificuldades da Generalização das Estratégias de Modelação em Ciências: O Caso da Física e da Química* definem que um modelo físico pode ser descrito como a resultante quando os enunciados da teoria se referem a um sistema ou fenômeno simplificado e idealizado. Os autores apresentam que desde o início dos estudos universitários a modelagem consiste em expressar resultados de forma matemática, a fim de se chegar a um suposto modelo. Mas neste trabalho não relacionam com modelagem matemática.

Outro trabalho que encontramos foi *Easy Java simulations - Modelagem computacional para o ensino de Física* de Figueira (2005), que apesar de apresentar a palavra modelagem em no título de seu trabalho, nada mais é do que a descrição de um *software* para a construção de modelos para que os alunos simulem fenômenos. Inclusive o autor considera que modelagem e simulação seriam equivalentes, conforme podemos observar no trecho a seguir “a simulação ou modelagem é uma atividade que permite uma maior interatividade dos alunos com um determinado modelo físico.” (FIGUEIRA, 2005, p. 615). Dessa forma este trabalho, apesar de possuir em seu título a palavra modelagem, não foi caracterizado como nenhuma das três vertentes que estamos estudando, e portanto caracterizamos este trabalho como uma atividade de simulação.

Gomes e Ferracioli (2006) em *A investigação da construção de modelos no estudo de um tópico de Física utilizando um ambiente de modelagem computacional qualitativo*, mostra um estudo que investigou a interação em um ambiente de modelagem computacional qualitativo,

em que os resultados mostram que os estudantes conseguiram elaborar modelos a partir das suas próprias concepções. A atividade realizada utilizou o ambiente de modelagem WorldMaker. Este trabalho enquadra-se na concepção de modelagem de Bassanezi, pois os autores apresentam oito passos que os alunos devem seguir para realizar a modelagem. São eles: Definição do sistema a ser estudado; Escolha do fenômeno de interesse; Listagem dos elementos; Classificação dos elementos listados em Objetos-Cenário e Objetos; Construção do modelo através de regras de interação entre os elementos; Representação das Interações no Ambiente WorldMaker; Simulação; e Validação do modelo. Para a realização da modelagem foi disponibilizado aos alunos um material constituído de texto básico sobre o problema e dos passos para a construção do modelo.

Louzada *et al* (2006) em *A Modelagem Matemática Aplicada ao Ensino de Física no Ensino Médio* tem em sua fundamentação teórica baseada na metodologia apresentada por Bassanezi, como pode ser visto na página 3 deste trabalho, chegando a afirmar que a modelagem matemática deve seguir etapas (semelhante a propostas por Bassanezi), como podemos ver no trecho a seguir : “envolve as seguintes etapas: (1ª) definição do problema, (2ª) simplificação e formulação de hipóteses, (3ª) dedução do modelo matemático, (4ª) resolução do problema matemático, (5ª) validação e (6ª) aplicação do modelo.”(LOUZADA *et al* 2006, p.3). Neste trabalho os autores discutem a relação entre Matemática e Física quanto à dificuldade de aprendizagem, colocando como uma proposta a modelagem Matemática como uma metodologia, diferentemente dos trabalhos anteriores em que discutiam uma aplicação de modelagem matemática em um tema específico.

Em *Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I – Circuitos elétricos* de Dorneles, Araujo e Veit (2006), encontramos uma abordagem que diferencia simulação de modelagem, conforme podemos verificar no texto a seguir

Em atividades que denominamos de simulação computacional o aluno tem autonomia para inserir valores iniciais para variáveis, alterar parâmetros e, eventualmente, modificar relações entre as variáveis. Entretanto, ele não tem autonomia para modificar o cerne do modelo computacional, ou seja, acesso aos elementos mais básicos, Matemáticos ou icônicos, que o constituem. Em atividades que denominamos de modelagem computacional, além de poder atuar sobre a variação de parâmetros e valores iniciais, o aluno tem acesso aos elementos básicos. (DORNELES *et al*, 2006. 488).

Neste trabalho os autores apresentam uma simulação referente a circuitos elétricos e uma atividade de modelagem computacional, na qual o professor colocou uma situação problema e os alunos que tiverem de realizar a modelagem. Ao estudar este artigo podemos caracterizar que a modelagem aqui proposta assemelha-se com a de Barbosa no Caso 1, em que o professor apresenta o problema e em que os alunos deveriam criar um modelo, mas os autores não apresentam etapas a serem seguidas para criar esse modelo, como seria se tivesse características da modelagem segundo Bassanezi.

Na continuidade deste trabalho Dorneles *et al* (2008) publicou a segunda parte deste trabalho, com modelagem agora para sistema RLC. Neste artigo Dornele *et al*, comenta que ainda não há um consenso na literatura sobre a distinção entre simulação e modelagem computacional. Este trabalho foi composto de três simulações, conforme a definição apresentada anteriormente e mais uma atividade de modelagem, a qual assim como no trabalho anterior possui características da modelagem segundo Barbosa.

Souza e Santos (2008) em *A Modelagem Matemática como Metodologia para Ensino-Aprendizagem de Física*, propõem a utilização como metodologia a modelagem Matemática para o ensino-aprendizagem de Física no conteúdo de Energia Mecânica. Nesta proposta não se busca apresentar as equações utilizadas em Energia Mecânica, mas sim obtê-las através de uma modelagem Matemática, utilizando como suporte teórico a modelagem conforme a concepção de Bassanezi.

Outro trabalho por nós analisado foi o de Brandão e Araujo (2008) *A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino da física*. Eles iniciam uma discussão de pontos cruciais da modelagem científica, considerando que a modelagem, mais do que uma resolução de problemas, pode contribuir para uma visão adequada à prática científica moderna. Discutem a modelagem como estratégia de ensino, apresentando dois exemplos que normalmente são utilizados no ensino de cinemática e de termodinâmica. Os autores apresentam o que poderíamos chamar de quatro etapas da modelagem, que de alguma forma lembram as etapas sugeridas por Bassanezi. Neste trabalho verificamos que a modelagem sugerida pelos autores, exceto pelos passos, pouco se relaciona com as metodologias discutidas anteriormente. Na realidade não é apresentada uma metodologia de como seria a utilização da modelagem científica na educação, apenas são comentados dois exemplos.

Outro trabalho é o de Ramalho (2009), *Modelagem Matemática no Ensino-Aprendizagem de Física: Tópicos de Mecânica*, o qual discute a metodologia de modelagem Matemática para ensino de Física e apresenta como exemplo de aplicação da modelagem Matemática para o tema de movimento. O autor cita Barbosa e Bassanezi quando busca definir modelagem como metodologia de ensino, contudo no nosso ponto de vista, nos parece que a modelagem proposta aproxima-se mais da vertente de Bassanezi, citando-o em diversos momentos como fundamentação para o trabalho desenvolvido e descrevendo as etapas da modelagem do movimento.

A partir destes trabalhos que nos propusemos a analisar, pudemos verificar que em alguns a modelagem matemática se caracteriza de forma bem clara, inclusive como metodologia, porém, em outros, verificamos que estes trabalhos são desenvolvidos considerando uma modelagem própria da física. Outro termo que se apresentou como uma metodologia de ensino é a modelagem computacional, como podemos verificar vários autores utilizam essa metodologia para o ensino.

Vários outros trabalhos pesquisados não apresentavam características de modelagem e sim de simulação. Isto se pode verificar em trabalhos que apesar do título denominar modelagem computacional nada mais era do que uma simulação. Conforme, já citado Dorneles (2006), simulação e modelagem não são sinônimos, como muitos autores apresentam, simulação computacional o aluno tem apenas a possibilidade de modificar parâmetros que já foram predefinidos, enquanto que modelagem computacional o aluno possui possibilidade de construir todo o seu modelo, conforme as suas concepções.

Outros trabalhos discutem modelagem, e até mesmo modelagem matemática não possui como objetivo de discutir a modelagem como uma metodologia de ensino, e sim como uma ferramenta para a obtenção de resultados, muitas vezes numéricos. Nesse sentido podemos citar o trabalho de Borges *et al*(2009).

Considerações finais

Este trabalho é fruto do início de uma pesquisa que será desenvolvida referente à modelagem como metodologia aplicada ao ensino de Física. A expectativa aqui não é formar uma opinião final sobre a modelagem como metodologia de ensino, mas uma busca de como a modelagem como metodologia de ensino vem sendo desenvolvida na área da Matemática, buscando identificar pontos convergentes e divergentes desta com o ensino de física.

Cabe destacar que apesar de encontrarmos na literatura vários trabalhos sobre o tema, o que verificamos é que a definição é muito ampla do que seja a tarefa de modelar em ciências sem distinguir-se, nos diferentes artigos publicados, as peculiaridades de cada ciência.

Também podemos destacar que a modelagem discutida aqui brevemente pode ser utilizada na elaboração de estudos interdisciplinares, buscando relacionar ciências da natureza com outras áreas do conhecimento humano na busca de dar significado à aprendizagem. Neste sentido, Malheiros, em sua dissertação, apresenta:

Porém, acredito também que ao se trabalhar com a modelagem em sala de aula, o professor possibilita uma determinada autonomia para os estudantes buscarem compreender temas de seus interesses, e, com isso, faz com que eles consigam, muitas vezes, atribuir significados para determinados conteúdos que, talvez não atribuíssem se os mesmos fossem estudados em outro ambiente. (MALHEIROS, 2004, p. 38)

Cabe destacar que dentro do ensino de física a modelagem está muito associada a modelagem computacional, ou seja, a utilização do computador como meio de modelar um problema. Verificamos existe uma confusão entre o termo modelagem com simulação, onde várias vezes este é utilizadas como o significado de modelagem.

Percebe-se a existência de um número significativo de trabalhos nacionais no sentido de utilizar a modelagem como estratégia para ensino de Física, porém, ainda são poucos os trabalhos realizados no Brasil que descrevem os resultados obtidos através da modelagem como metodologia de ensino de Física.

Após a análise dos artigos podemos perceber que a maioria possui características de modelagem conforme proposta por Bassanezi, mas que também conseguimos caracterizar trabalhos conforme a visão de Barbosa, mas não identificamos trabalhos que possuam características de modelagem conforme Borba. Do total de doze artigos analisados sete classificamos com a modelagem segundo Bassanezi, três conforme Barbosa e nenhum trabalho conforme Borba. Dois dos trabalhos analisados não classificaram em nenhuma das vertentes propostas acima.

Também verificou-se que as publicações estão mais concentradas nos anos de 2006 e 2008, onde temos três publicações, depois 2002, 2004, com duas publicações e 2004 e 2009 com uma publicação. Com esses dados podemos perceber que a modelagem com metodologia de ensino de Física ainda esta em fase de crescimento, onde existe um espaço para pesquisas. Cabe ressaltar que centramos a nossa pesquisa, por ainda ser pré-liminar, na Revista Brasileira de Ensino de Física.

Por fim, é importante destacar que consideramos que esta metodologia de trabalhado para o ensino é muito desafiadora, e além do mais possui a potencialidade de relacionar as diferentes relações de aprendizagem de modo que haja uma ampliação das dimensões dos conteúdos específicos inerentes aos diferentes componentes curriculares, incluindo ações que possibilitem o desenvolvimento e a valorização de todas as competências intelectuais dando significado à aprendizagem.

Bibliografia

ARAÚJO, I. S., Veit, E. A.; Morerira, M. A. **Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos de Cinemática.** *Rev. Bras. Ens. Fis.* vol.26, n.2, 179-184, 2004.

BRANDÃO, R. V.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. **Modelagem e ensino de física.** *Física na Escola*, v. 9, n. 1, 2008.

BARBOSA, J. C. **Modelagem e Modelos Matemáticos na Educação Científica.** *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.2, n.2, p.69-85, jul. 2009 ,

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como?** *Veritati*, n. 4, p. 73-80, 2004.

BARBOSA, J. C.; SANTOS, M. A. **Modelagem matemática, perspectivas e discussões.** In: Encontro Nacional de Educação Matemática. Belo Horizonte 2007.

BARBOSA, J. C. **Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico.** In: Reunião Anual da ANPED. Caxambu 2001

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática.** São Paulo: Ed. Contexto, 2004. 389 páginas.

BORBA, M. C., **Calculadoras Gráficas no Brasil.** In: E. K. Fainguelernt, F. C. Gottlieb (Org.) *Calculadoras Gráficas e Educação Matemática*, Rio de Janeiro: Art Bureau, p.15-34, 1999.

BORGE, P. A.; Toniazzo, N. A.; Silva, J. C. **Equilíbrio no espaço: experimentação e modelagem matemática.** *Rev. Bras. Ens. Fis.* vol.31, n.2, 2309 1-6, 2009.

CAMILETTI, G.; FERRACIOLLI, L. **A Utilização da modelagem Computacional Semiquantitativa no Estudo do Sistema Massa Mola.** *Rev. Bras. Ens. Fis.* vol.24, n.2, 110-123, 2002.

COSTA, S. S. C. **O Papel da Modelagem Mental dos Enunciados na Resolução de Problemas em Física,** *Rev. Bras. Ens. Fis.* vol.24, n.1, 61-74, 2002.

DORNELES, P. F. T.; Araujo, I. S.; Veit, E. A. **Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I – Circuitos elétricos.** *Rev. Bras. Ens. Fis.* vol.28, n.4, 487-496, 2006.

DORNELES, P. F. T.; Araujo, I. S.; Veit, E. A. **Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte II – Circuitos RLC.** *Rev. Bras. Ens. Fis.* vol.30, n.3, 3308 1- 16, 2008.

FERREIRA, P. F. M. **Modelagem e suas contribuições para ensino de Ciências: Uma análise do estudo de Equilíbrio Químico.** 2006, Dissertação (Mestrado em Educação da UFMG). UFMG, Belo Horizonte.

FIDELIS, R, ALMEIDA, L. M. W. **Modelagem Matemática em Sala de Aula: contribuições para competências de refletir-na-ação.** In: Anais VII EPDM. Disponível em

<www.sbempaulista.org.br/epem/anais/Comunicacoes_Orais/co0080.doc> Acessado em 09 de maio de 2011.

Figueira, J. S. **Easy Java Simulations – Modelagem computacional para o ensino de Física**. Rev. Bras. Ens. Fis.vol.27, n.4, 613-618, 2005.

GOMES, T.; FERRACIOLI, L. **A investigação da construção de modelos no estudo de um tópico de Física utilizando um ambiente de modelagem computacional qualitativo**. Rev. Bras. Ens. Fis.vol.28, n.4, 453-461, 2006.

GRECA, I. M.; SANTOS, F. M. T. **Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em ciências: o caso da Física e da Química**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 10, n. 1, 2005. Online.

LOZADA, C. O.[et AL]. **A Modelagem Matemática Aplicada ao Ensino de Física no Ensino Médio**. Revista LOGOS, Cruzeiro do Sul SP, n. 14, 2006.

MALHEIROS, A. P. S. **A Produção Matemática dos Alunos em um Ambiente de Modelagem**, Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2004.

RAMALHO, E. S. **Modelagem no Ensino-Aprendizagem de Física: tópicos de mecânica**. Disponível em < <http://www.somaticaeducar.com.br/arquivo/artigo/1-2009-02-28-12-35-31.pdf>> Acessado em 08 de maio de 2011.

SANTOS, A. C. K. **ModelCiências: Características do Desenvolvimento de um Portal para o Projeto Modelagem Computacional Semiquantitativa e Quantitativa na Educação em Ciências do Plano Sul de Pesquisa e Pós-Graduação do CNPq**. In: Anais do IV Seminário Sobre Representações e Modelagem no Processo de Ensino–Aprendizagem. Vitória 2002. ES.

SOUZA, E. S. R.; SANTO, A. O. E. **A Modelagem Matemática como Metodologia para Ensino Aprendizagem de Física**. In:Anais do VI Encontro Paraense de Educação Matemática Universidade do Estado do Pará 03 a 05 de setembro de 2008 - Belém – Pará. Disponível em: < <http://www.somaticaeducar.com.br/arquivo/artigo/1-2009-02-24-16-09-32.pdf> > Acessado em 08 de maio de 2011.

SOUZA,V. C. A. Souza. **Utilização de modelos e modelagem na educação contemporânea: (re)pensando a interlocução do ensino de Ciências da Natureza em um “novo” contexto de aprendizagens**. Revista Interlocução, v.1, n.1, p.19-29, Ago./Set./Out. 2009.

VEIT, E. A; TEODORO, V. D. **Modelagem no ensino/aprendizagem de Física e os novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Rev. Bras. Ens. Fis.vol.24, n.2, junho2002.