

A modelagem matemática como metodologia de ensino

*Vera Jussara Lourenzi Mühl**; *Rosana Maria Luvezute Kripka**;
*Mariane K. Giaretta**; *Neuza Terezinha Oro**; *Maria de Fátima Baptista*
*Betencourt**; *Auro Cândido Marcolan**; *Dirceu Lima dos Santos**

Resumo

Desde os primórdios do ensino da matemática, muito tem se discutido sobre a forma de construção desse conhecimento e muitos pesquisadores têm dedicado sua vida para contribuir com a questão. A modelagem matemática é uma linha de pesquisa que surgiu na área da matemática aplicada. Pelo fato de desenvolver a criatividade, o raciocínio lógico e a autonomia das pessoas que trabalham nesse processo, também tem sido pensada por educadores matemáticos como uma metodologia de ensino. Como essa implantação, na sua íntegra, exige do educador amplo conhecimento matemático e muita experiência em modelagem, a princípio, essa nova metodologia, baseada na modelagem matemática, porém com simplificações, tem sido chamada de “modelação”. Atualmente, a modelação tem sido utilizada sob a forma de resolução de problemas relativos a conteúdos já predeterminados pela escola. O objetivo da modelação consiste em atribuir significado a conceitos, estimular o desenvolvimento do raciocínio

lógico e possibilitar ao educando a compreensão e resolução de problemas semelhantes, que, porventura, ocorreram em suas vidas. A fim de estimular a implantação dessa metodologia no ensino da matemática, apresentam-se neste artigo uma discussão sobre o assunto e exemplos de modelação que podem ser utilizados no ensino médio.

Palavras-chave: processo ensino-aprendizagem, modelagem matemática, modelação.

* Mestres em Matemática Aplicada e Pesquisadores da Universidade de Passo Fundo - UPF

Introdução

A designação “modelagem matemática” surgiu na área de matemática aplicada para definir o processo de investigação e resolução de problemas da realidade, sendo utilizada como uma estratégia de resolução de problemas. Nas universidades, a modelagem matemática vem se desenvolvendo em nível avançado através de trabalhos científicos de investigação, definindo pesquisas, dissertações de mestrado ou teses de doutorado.

Segundo Burak (1987), a modelagem matemática constitui-se num conjunto de procedimentos que têm por objetivo descrever matematicamente, de forma aproximada, os fenômenos do cotidiano que possibilitarão tomadas de decisões. D’Ambrósio (1986) define-a como um processo de estudo da dinâmica da realidade, construção de um modelo matemático que a represente e que possibilite a definição de estratégias de ação do indivíduo sobre ela. Para Bean:

A essência da modelagem matemática consiste em um processo no qual as características pertinentes de um objeto ou sistema são extraídas com a ajuda de hipóteses e aproximações simplificadoras, e representadas em termos matemáticos (o modelo). As hipóteses e as aproximações significam que o modelo criado por esse processo é sempre aberto a crítica e ao aperfeiçoamento (1999, p. 53).

A compreensão de um problema real requer a interação de conhecimentos de várias ciências, sendo a matemática a ciência que trata dos aspectos quantitativos e das relações entre esses. A resolução de um problema

através de procedimentos próprios da matemática considera características específicas e fundamentais, definidas com a ajuda dos diversos conhecimentos científicos envolvidos na questão, a fim de construir equações matemáticas que descrevam de forma simplificada o problema tratado. Dessa forma, obtém-se um modelo matemático que simula, de forma aproximada, o problema em questão. Em seguida, para verificar se, de fato, tal modelo descreve bem (ou tão bem quanto se queira ou se necessite) a realidade, são realizados testes diversos que permitem analisar a validade do modelo. Caso seja necessário, são realizados ajustes para adequar o modelo ao problema tratado.

Para que todo esse processo de construção do modelo matemático aconteça, é necessário que haja interação dos diversos conhecimentos científicos envolvidos no problema com a matemática, caracterizando, dessa forma, a modelagem matemática como um processo interdisciplinar, que pode ser visualizado na Figura 1. Assim, a arte de modelar uma situação ou um problema qualquer é a arte de expressar um fato através de um modelo que evidencie a sua estrutura fundamental. Com o modelo tem-se o objetivo de representar um fato ou problema de tal modo que, considerando-os para a análise, possamos identificar as variáveis e as constantes definidoras de suas estruturas e as relações de interdependência existentes entre elas.

Os modelos classificam-se pelas propriedades que são capazes de representar. Nesse aspecto, segundo Ackoff, têm-se:

- *modelos icônicos*: as propriedades relevantes dos objetos reais são representadas como tais. Neste tipo de modelo uma das diferenças entre a realidade e o modelo consiste na escala. Os modelos icônicos são imagens da realidade. Alguns exemplos desse tipo de modelo são as fotografias e os mapas,
- *modelos analógicos*: usam um conjunto de propriedades inerentes ao modelo para representar o conjunto de propriedades da realidade [...]. Os grafos são modelos analógicos que utilizam grandezas geométricas e posições no plano para representar diversas variáveis e suas relações [...].
- *modelos simbólicos*: usam letras, números e outros símbolos para representar as variáveis e suas relações. Em grande parte dos casos, tomam a forma de relações lógicas ou matemáticas (equações). De uma forma geral, todos os modelos e, em especial, os modelos simbólicos são desenvolvidos de uma forma interativa por aproximações (apud GOLDBARG, 2000, p. 9).

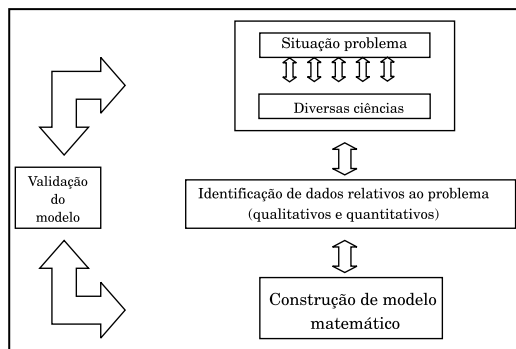


Figura 1: Interação da matemática com as demais ciências para construção de modelo matemático válido

Em geral, na modelagem matemática são utilizados modelos simbólicos.

A modelagem matemática tem seu início num processo de análise e investigação que exige do modelador uma interação com o problema considerado de forma que seja possível uma defini-

ção e familiarização com os aspectos relevantes do mesmo. Após esse reconhecimento, são idealizadas hipóteses e simplificações, quando se abstrai e se constrói a estrutura do modelo matemático referente ao problema.

Em seguida, o modelo é resolvido e validado matematicamente. Os resultados encontrados são avaliados em termos do problema real a fim de se verificar a validade do modelo, ou seja, verificar se o modelo traduz bem a dinâmica real do problema. Caso seja necessário, são realizados ajustes, repetindo-se o processo para a sua validação. Validado o modelo matemático, podem-se utilizar os resultados obtidos para tomada de decisões.

O processo de modelagem matemática pode ser visualizado na Figura 2.

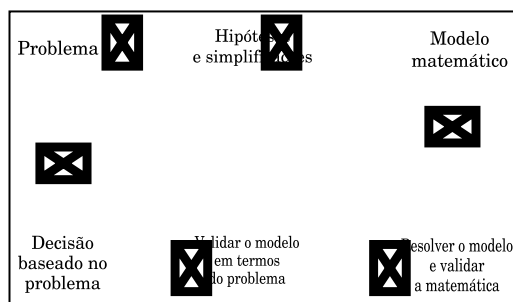


Figura 2: Resolução de problemas envolvendo modelagem matemática

Como a modelagem matemática necessita de pesquisa, criatividade e significação de conceitos, quanto mais se trabalha com esse processo, mais se desenvolve a capacidade de interpretação e resolução de problemas reais. Pelo seu caráter interdisciplinar, possibilita aos modeladores atribuir significados a conceitos que antes eram apenas teóricos.

Assim, ao se deparar com exemplos já existentes de modelagem matemática, percebemos a aplicabilidade de conceitos tanto simples quanto complexos e confrontamo-nos com uma nova perspectiva da realidade: o tratamento quantitativo.

Por ser fascinante, desafiadora e por colaborar com a construção de novos conhecimentos, a modelagem matemática também tem sido pensada como uma forma metodológica para o ensino da matemática, o que se passa a abordar na próxima seção.

Modelagem matemática no ensino

A capacidade de resolver problemas da nossa realidade, apropriação do conhecimento matemático através de um processo significativo, a criação de novos conceitos matemáticos, o desenvolvimento de autonomia pelos estudantes, entre outros aspectos, são resultados importantes decorrentes do processo de modelagem matemática. Esses resultados são objetivados pelos educadores matemáticos e, assim, a modelagem matemática tem sido pensada como uma forma metodológica para o ensino da matemática.

Atualmente, a escola do ensino básico tem se estruturado a partir da sistemática dos vários conhecimentos científicos. A instituição escolar tem sido o espaço de transmissão do conhecimento acumulado pela humanidade, porém pouco desse espaço tem sido usado para tratar da realidade atual. O tempo de escola, em grande parte, tem sido ocupado com a tarefa de transmis-

são do conhecimento acumulado, tendo por base a idéia de que, apropriando-se desse, o indivíduo estará capacitado para dar conta da sua vida, da vida de sua família ou da vida da sociedade onde se insere.

Hoje em dia, com raras exceções, conhecer a realidade, saber pensá-la, saber tratar e resolver seus problemas é capacidade a ser desenvolvida fora da escola e, sobretudo, depois de passar por ela. O ensino da matemática é trabalhado segundo conteúdos predeterminados em cada série, onde existem tópicos mínimos que devem ser ensinados.

É possível reconhecer que a escola vem evoluindo e que os educadores matemáticos têm avançado em suas propostas para um ensino emancipatório. Entre essas está a proposta metodológica da modelagem matemática para o ensino da matemática na escola básica. Porém, a forma estrutural da escola tem dificultado o uso da mesma, pois os problemas a serem resolvidos são aqueles que possibilitam definir os conceitos objetivados, predeterminados. Assim, para ajustar a proposta da modelagem matemática à sistemática escolar já existente, tem sido inserida em algumas escolas a metodologia de problematização, a qual se constitui num procedimento de resolução de problemas reais para dar significado e facilitar a compreensão dos conceitos já existentes.

Educadores matemáticos têm empregado o termo “modelação” para definir esse tipo de metodologia de ensino que envolve modelagem matemática, a qual tem sido utilizada no ensino da matemática na escola.

Entende-se que a modelação já é um grande avanço no ensino da mate-

mática, porque permite dar significado aos conceitos matemáticos, muitas vezes abstratos para o aluno e distantes de sua realidade, além de desenvolver a capacidade de compreensão e resolução de problemas semelhantes. Porém, também se pode propor um espaço na escola básica para o conhecimento da realidade e resolução de seus problemas sem conteúdos predeterminados através da modelagem matemática, a fim de criar novos modelos ou fazer ajustes nos já existentes, descrevendo os problemas de forma simplificada e permitindo, através de suas resoluções, sugerir soluções que possibilitem a tomada de decisões.

O grande diferencial desta última proposta está no fato de propor uma aprendizagem baseada no desenvolvimento da criatividade e da autonomia dos estudantes diante de situações-problema, quando deverão realizar pesquisas, criar modelos, realizar ajustes, quando necessário, e, por fim, gerar soluções adequadas que possibilitem resolver, de fato, problemas reais existentes dentro da escola ou da comunidade em que vivem. Nesse caso, a implantação da modelagem como estratégia de ensino exige muita habilidade e domínio de conhecimento científico específico, criatividade e coragem por parte do professor e, ainda, pelo seu caráter experimental e ocasional, no nosso entendimento, não existem, a princípio, exemplos a serem implantados, pois, caso os exemplos encontrados na literatura fossem previamente escolhidos pelo professor para serem utilizados na prática, já não se trataria de modelagem, mas, sim, de modelação.

Como esse processo não é fácil de ser implantado e exige maturidade e experiência do professor, acredita-se que, para adotar a modelagem matemática como metodologia de ensino, é necessário iniciar todo o processo com a implantação da modelação. A seguir, como sugestão, apresentam-se dois exemplos de modelação que podem ser aplicados no ensino básico.

Modelação para ensino básico

Modelo para a construção do conceito de função exponencial

O exemplo descrito pode ser aplicado no ensino médio para dar significado ao conceito de funções exponenciais.

Com os objetivos de obter um modelo exponencial, dar ênfase à interpretação do modelo utilizando dados reais e estudar a função exponencial, foi considerado o seguinte problema: “Encontre um modelo que permita determinar o saldo de uma caderneta de poupança sabendo que o investimento inicial é de R\$ 100,00”. Inicialmente, junto ao Banco do Estado do Rio Grande do Sul (Banrisul), coletaram-se dados (Tab. 1) e conheceu-se a forma de cálculo do saldo da caderneta de poupança.

A partir dessas atividades, foi possível levantar as seguintes hipóteses para a construção do modelo: o rendimento da caderneta de poupança é calculado a partir de uma taxa fixa de 6% a.a. capitalizados mensalmente.

te, denominados de “juros”, e de uma taxa variável, chamada de “taxa de referência”, tal como TR, que serve para fazer correção monetária. A função que descreve o modelo tem crescimento não linear, pois tem-se um problema de capitalização composta, ou seja, juros sobre juros. Além disso, as funções exponenciais são caracterizadas por uma propriedade simples: os valores da função variam em razões iguais com respeito a intervalos iguais. Em outras palavras, à medida que a variável independente muda de um valor fixo, o valor da função varia através de um fator constante. Por isso, foi considerada a média dos valores apresentados na Tabela 1 para a construção do modelo que descreverá, de forma simplificada, o problema apresentado.

Tabela 1: Taxa efetiva e saldo da poupança de janeiro/2003 - abril/2004

Meses	Taxa de correção da poupança ¹	Saldo da poupança para aplicação de R\$ 100,00
Janeiro/2003	0,98	100,00
Fevereiro/2003	0,91	100,91
Março/2003	0,87	101,79
Abril/2003	0,91	102,71
Maio/2003	0,96	103,70
Junho/2003	0,91	104,64
Julho/2003	1,04	105,73
Agosto/2003	0,90	106,68
Setembro/2003	0,83	107,57
Outubro/2003	0,82	108,45
Novembro/2003	0,67	109,18
Dezembro/2003	0,68	109,92
Janeiro/2004	0,62	110,60
Fevereiro/2004	0,54	111,20
Março/2004	0,67	111,94
Abril/2004	0,58	112,59
Média	0,80	106,73

Fonte: Banrisul

Com a média da taxa de correção da caderneta de poupança de, aproximadamente, 0,8% a. m., construiu-se uma tabela considerando que o investimento inicial é de R\$ 100,00 (Tab. 2). De posse dos valores dos saldos da poupança da Tabela 2, passou-se à construção do modelo proposto.

Tabela 2: Saldos e rendimentos da caderneta de poupança no período de 16 meses

<i>t</i>	Saldo (reais)
0	100,00
1	100,8
2	101,61
3	102,42
4	103,24
5	104,06
6	104,9
7	105,74
8	106,58
9	107,43
10	108,29
11	109,16
12	110,03
13	110,91
14	111,80
15	112,70

Tomando os valores da Tabela 2 e dividindo o saldo de cada mês pelo saldo anterior, obtém-se, aproximadamente,

$$\frac{\text{saldo após 1º mês}}{\text{saldo do mês anterior}} = \frac{100,80}{100} \cong 1,008$$

$$\frac{\text{saldo após 2º mês}}{\text{saldo após 1º mês}} = \frac{101,61}{100,80} \cong 1,008$$

$$\frac{\text{saldo após 3º mês}}{\text{saldo após 2º mês}} = \frac{102,42}{101,61} \cong 1,008$$

O fato de esses cálculos darem 1,008 mostra que o saldo aumentou em, aproximadamente, 0,8% entre o primeiro mês e segundo mês e entre o segundo mês e terceiro mês. Se forem feitos cálculos semelhantes para outros meses, descobrir-se-á que o saldo aumentou por um fator de, aproximadamente, 1,008, ou 0,8% a cada mês. Sempre que se tem um fator de crescimento constante (no caso, 1,008), tem-se crescimento exponencial. Se t é o número de meses desde que foi realizado o investimento e S é o saldo na caderneta de poupança, tem-se:

quando $t = 1$, $S = 100,00(1,008)$;
 quando $t = 2$, $S = 100,00(1,008)(1,008) = 100(1,008)^2$;
 quando $t = 3$, $S = [100,00(1,008)^2](1,008) = 100(1,008)^3$;
 quando $t = 4$, $S = [100,00(1,008)^3](1,008) = 100(1,008)^4$;
 quando $t = 5$, $S = [100,00(1,008)^4](1,008) = 100(1,008)^5$;
 logo, após t meses, o saldo S na caderneta de poupança é dado por

$$S = 100(1,008)^t \quad (1)$$

Essa é uma função exponencial com base 1,008, chamada “função exponencial” porque a variável, t , está no expoente. A base representa o fator pelo qual o saldo cresce a cada mês.

Comparando os valores dos saldos calculados pelo modelo com os saldos reais da Tabela 1, pode-se verificar, observando o gráfico da Figura 3, que os pontos obtidos a partir da expressão (1) se aproximam dos pontos que representam os dados reais. Contudo, é importante observar que, mesmo que os dados sejam confiáveis, o gráfico obtido com o modelo é, na verdade, somente uma aproximação do gráfico real do saldo da poupança. O modelo representa uma simplificação de um problema real, pois considera-se a mé-

dia das taxas que realmente são aplicadas para se obter o saldo.

Após a construção do modelo e de sua validação, observa-se que o saldo cresce cada vez mais rápido à medida que o tempo passa. Esse comportamento é típico de uma função exponencial crescente. Além disso, como o valor do saldo da poupança está crescendo, a função é crescente. Assim, considerando essas observações, pode-se definir de uma forma geral a função exponencial, ou seja, S é uma função exponencial de t com base a se

$$S = S_0 a^t \quad (2)$$

onde

S_0 representa a quantidade inicial (quando $t = 0$) e a é o fator pelo qual S varia quando t cresce numa unidade.

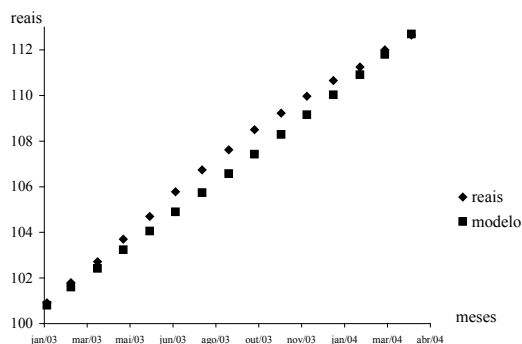


Figura 3: Gráfico de dispersão para os dados reais e os calculados pelo modelo

Dessa forma, conhecendo a expressão que define a função exponencial, pode-se analisar o seu comportamento, ou seja, se $a > 1$, tem-se crescimento exponencial, que é o caso do exemplo descrito; se $0 < a < 1$, tem-se decaimento exponencial.

Além disso, o crescimento exponencial é descrito, com frequência, em ter-

mos de porcentagens. Por exemplo, o saldo de uma poupança está aumentando 0,8% ao mês; em outras palavras, o fator de crescimento é igual a 1,008. Assim, a expressão (2) pode ser reescrita da seguinte forma

$$S = S_0 (1 + r)^t \quad (3)$$

Salienta-se que a fórmula (3) é a mesma utilizada pelos bancos para calcular o montante considerando $a = 1 + r$ e r sendo a taxa de crescimento de um capital investido a juros compostos. Também se pode medir o efeito da capitalização introduzindo a noção de *taxa efetiva*. Como R\$ 100,00 investidos a 6% a. a., com capitalização mensal e com correção monetária, no caso a TR, cresce para, aproximadamente, R\$ 110,03 ao final de um ano, diz-se que a taxa efetivamente aplicada é de 10,03% a.a., neste caso. Os bancos chamam a taxa de 6% a.a. de “taxa nominal”. Entretanto, é a taxa efetiva que fornece o rendimento obtido no investimento no período em que foi aplicado. De posse dessas informações, podem-se comparar investimentos analisando as taxas efetivas anuais. Essa atividade de discussão permite que o aluno compreenda o processo de cálculo executado pelos bancos, tome decisões, faça previsões e simulações sobre a melhor forma de fazer investimento na caderneta de poupança, tomando como base um conhecimento matemático, no caso, o conceito de função exponencial.

Movimento de queda livre

Os polinômios são utilizados geralmente para modelar várias quantidades que ocorrem em ciências sociais e naturais.

O polinômio de 2º grau (função quadrática) pode ser utilizado para modelar, entre outros modelos, o movimento de queda livre. No exemplo a seguir será construído um modelo que irá ajustar os dados do problema de forma que se possa ter, se necessário, informações tais como a velocidade em qualquer instante de tempo no intervalo entre o momento em que a bola é deixada cair até o instante em que toca o solo, ou o tempo após o qual a bola atinge o solo. Considere-se o exemplo: “uma bola é deixada cair desde o topo de uma torre, aproximadamente a 450 m acima do chão, e sua altura h acima do solo é registrada em intervalos de 1s na Tabela 3. Encontre um modelo para ajustar os dados”.

Tabela 3: Valores das variáveis tempo e altura

Tempo (segundos)	Altura (metros)
0	449,36
1	445,42
2	431,68
3	408,14
4	374,8
5	331,66
6	278,72
7	215,98
8	143,44
9	61,1

Com o auxílio do *software* Excel e com os dados da Tabela 3, pode-se construir um mapa de dispersão para a bola caindo (Figura 4). Observando os pontos do mapa, verifica-se que estes podem estar sobre uma parábola. Essa informação passa ser um referencial; assim, inicia-se um modelo quadrático.

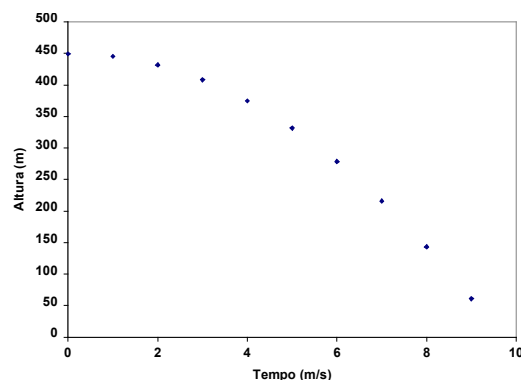


Figura 4: Mapa de dispersão para uma bola caindo

Com as informações da Tabela 3 determinam-se a primeira e a segunda variação da altura em relação ao tempo, obtendo-se, assim, os valores na Tabela 4. Analisando as taxas de variação da altura em relação ao tempo, pode-se encontrar um modelo para ajustar os dados da Tabela 3.

A primeira variação $\frac{\Delta h}{\Delta t}$ (terceira coluna, tabela 4) determina a variação da altura em relação ao tempo.

$$\frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{445,42 - 449,36}{1 - 0} = -3,94$$

$$\frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{431,68 - 445,42}{2 - 1} = -13,74$$

$$\frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{61,1 - 143,44}{9 - 8} = -82,34$$

Na quarta coluna tem-se a segunda variação de $\frac{\Delta h}{\Delta t}$, denotada por

$$\frac{\Delta\left(\frac{\Delta h}{\Delta t}\right)}{\Delta t} = \frac{\Delta^2 h}{(\Delta t)^2}$$

$$\text{isto é, } \frac{\Delta^2 h}{(\Delta t)^2} = \frac{-13,74 - (-3,94)}{2 - 1} = -9,8$$

$$\frac{\Delta^2 h}{(\Delta t)^2} = \frac{-23,74 - (-13,74)}{3 - 2} = -9,8$$

$$\frac{\Delta^2 h}{(\Delta t)^2} = \frac{-82,34 - (-72,54)}{9 - 8} = -9,8$$

Tabela 4: Valores das variáveis tempo e altura e das taxas de variações relacionadas a variáveis

t	h	$\frac{\Delta h}{\Delta t}$	$\frac{\Delta^2 h}{(\Delta t)^2}$
0	449,36	—	—
1	445,42	-3,94	—
2	431,68	-13,74	-9,8
3	408,14	-23,54	-9,8
4	374,8	-33,34	-9,8
5	331,66	-43,14	-9,8
6	278,72	-52,94	-9,8
7	215,98	-62,74	-9,8
8	143,44	-72,54	-9,8
9	61,1	-82,34	-9,8

Considerando que isso ocorre para quaisquer três pontos no intervalo e que os valores da segunda variação $\frac{\Delta^2 h}{(\Delta t)^2}$ são constantes não nulos, tem-se que a curva do gráfico do movimento de queda livre do problema proposto representa uma função quadrática da forma

$$h = at^2 + bt + c \quad (4)$$

onde a , b e c são constantes e $a \neq 0$.

$$\text{Neste caso, } a = \frac{\Delta^2 h}{2(\Delta t)^2} = \frac{-9,8}{2} = -4,9$$

Os valores de b e c podem ser obtidos resolvendo-se um sistema de duas equações que venha satisfazer dois valores quaisquer da Tabela 3.

A escolha dos pares ordenados (t, h) da Tabela 3 pode ser aleatória, mas é evidente na equação (4) que, se for considerado $t = 0$, ter-se-á $h = c$. Portanto, escolhem-se os seguintes pares ordenados para determinar as constantes b e c , $(0; 449,36)$ e $(1; 445,42)$.

A constante c será determinada substituindo o primeiro ponto $(0; 449,36)$ da Tabela 3 na equação (4), como segue:

$$449,36 = 0 + 0 + c,$$

ou seja,

$$c = 449,36.$$

Agora já são conhecidos a e c . Substituindo-se em (4) o segundo ponto e os valores de a e c , determina-se b .

$$445,41 = -4,9 \cdot 1^2 + b \cdot 1 + 449,36$$

$$\text{ou seja, } b = 0,96$$

Logo, a equação funcional será

$$h(t) = -4,9t^2 + 0,96t + 449,36 \quad (5)$$

Os valores da primeira e da segunda variação da Tabela 4 que determinam a velocidade e a aceleração a cada instante são negativos, pois toma-se como referencial o solo, ou seja, à medida que o tempo passa, a distância em relação ao solo diminui.

A Figura 5 mostra o gráfico da equação 5 junto com os pontos da Tabela 3. É possível observar que o modelo quadrático expressa adequadamente os dados do problema proposto.

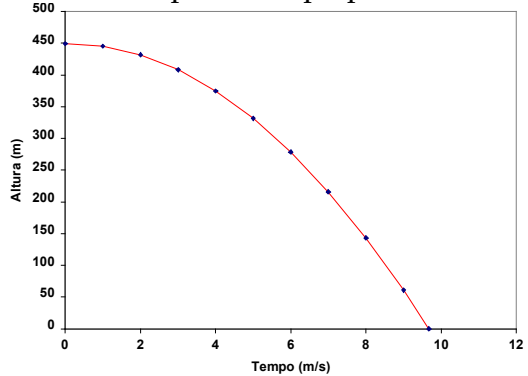


Figura 5: Modelo quadrático para uma bola caindo

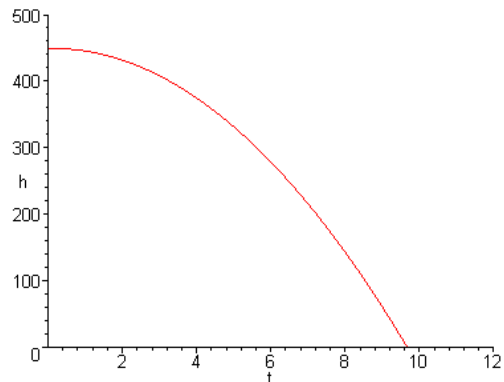


Figura 6: Modelo quadrático para uma bola caindo, usando o aplicativo Maple

Gráficos e equações podem ainda ser gerados por outros aplicativos matemáticos, como o *software* Maple.

- Equação gerada a partir das informações da Tabela 3.

```
> with(stats):
> Tvalues:= [0,1,2,3,4,5,6,7,8,9];
Tvalues := [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
> Hvalues:= [449.36, 445.42, 431.68, 408.14,
374.8, 331.66, 278.72, 215.98, 143.44, 61.1];
```

```
Hvalues := [449.36, 445.42, 431.68, 408.14,
374.8, 331.66, 278.72, 215.98, 143.44, 61.1]
> eq_fit = fit[leastsquare[[t,h],h=a*t^2+b*t
+c,[a,b,c]]](Tvalues,Hvalues)];
h = 449.36 + 0.96t -4.90t2
```

- Gráfico Tabela 3

Plot (-4.9*t^2 + 0.96*t + 449,36, x = 0..12,
y = 0..500);

stimulate the implantation of this methodology in math teaching, one presents, in this article, a discussion about the subject and examples of modelation that can be used in secondary education.

Key words: teaching-learning process, math modeling, modelation.

Abstract

From the early times of math teaching, a lot has been discussed about the way to build this knowledge, and many researchers have devoted their lives to contribute to this issue. Math modeling is a research which arose in the field of Applied Mathematics. By the fact of developing creativity, logical reasoning and autonomy of the people who work in this process, it has also been thought by math teachers as being a teaching methodology. Since this full implantation demands an in-depth knowledge of math and also a lot of experience in modeling, in principle, this modeling based on math modeling, but with simplifications, has been called modelation. Currently, modelation has been used in the way of problem solving related to contents which have already been predetermined by the school. The goal of modelation consists of assigning meanings to concepts, of stimulating the development of logical reasoning and of enabling the educatees to understand and solve problems, which by any chance, may occur in their lives. In order to

Referências

- BASSANEZZI, C. R. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. São Paulo: Contexto, 2002.
- BEAN, D. O que é modelagem matemática. *Educação Matemática em Revista - RS*, Sociedade Brasileira de Educação Matemática do RS, n. 9, p. 49-57, 2001.
- BIENBENGUT, M. S. *Modelagem matemática & implicações no ensino-aprendizagem de matemática*. Blumenau: Ed. da Furb, 1999.
- BURAK, D. *Modelagem matemática: uma metodologia alternativa para o ensino da matemática na 5ª série*. Dissertação (Mestrado) - Rio Claro, São Paulo, 1987.
- D'AMBRÓSIO, U. *Da realidade à ação reflexões sobre educação e matemática*. Campinas - SP: Editora da Unicamp, 1986.
- GOLDBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. *Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos*. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- LEITHOLD, L. *O cálculo com geometria analítica*. 3. ed. São Paulo: Harbra, 1994.
- SCHEFFER, N. F. Modelagem matemática: uma abordagem para o ensino-aprendizagem da matemática. *Educação Matemática em Revista - RS*, Sociedade Brasileira de Educação Matemática do RS, n. 1, p. 11-16, 1999.