



18,19 e 20 de outubro de 2018

# MODELAGEM E A SALA DE AULA



---

## UMA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA PARA A ANÁLISE DA GERMINAÇÃO DE SEMENTE DO PEPINO

Marina Cunha Ferreira  
marina.pvai.mf@gmail.com  
Universidade Estadual do Norte do Paraná

Leandro de Paula Ribeiro Pereira  
leandropereira27@gmail.com  
Universidade Estadual do Norte do Paraná

Bárbara Nivalda Palharini Alvim Sousa  
barbara.palharini@uenp.edu.br  
Universidade Estadual do Norte do Paraná

### RESUMO

Este artigo retrata uma experiência no desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, em um curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade pública do norte do Paraná. A atividade contou com a colaboração de alunos do curso em Licenciatura em Matemática e do curso de Licenciatura em Biologia, tendo como objetivo investigar a germinação da semente de pepino através do uso de extrato de amora com água potável. A partir da coleta de dados foi desenvolvido um modelo matemático por meio do qual foi possível inferir a respeito do tempo máximo para a germinação das sementes de pepino, levando em consideração a alelopatia com o extrato de amora. Neste caminho conceitos de cálculo diferencial e integral, requeridos no curso de Licenciatura em Matemática, foram utilizados com vistas à aplicabilidade da Matemática em situações reais.

**Palavras-chave:** Modelagem matemática; Cálculo Diferencial e Integral I; Germinação da semente.

### INTRODUÇÃO

Neste artigo apresentamos o relato de uma atividade de modelagem matemática, desenvolvida por quatro alunos, sendo três autores deste artigo, no contexto de uma disciplina de Cálculo Diferencial e Integral em um curso de Licenciatura em Matemática no ano letivo de 2017.

O uso da modelagem matemática se deu de acordo com os apontamentos de Almeida, Silva e Vertuan (2012) e por meio de momentos de familiarização com atividades de modelagem matemática, fomos convidados a desenvolver uma atividade de modelagem matemática a respeito de um tema de nosso interesse e que envolvesse uma análise matemática para o fenômeno escolhido.

Diferentes autores trazem apontamentos acerca da modelagem matemática na Educação Matemática (BIEMBENGUT, 2009; BASSANEZI, 2010; PARANÁ, 2008; ALMEIDA, SILVA, VERTUAN, 2012; entre outros)

Segundo as Diretrizes Curriculares da Educação Básica para Matemática “a modelagem matemática tem como pressuposto a problematização de situações do cotidiano. Ao mesmo tempo em que propõe a valorização do aluno no contexto social, procura levantar problemas que sugerem questionamentos sobre situações de vida” (PARANÁ, 2008, p. 64).

Corroborando com as diretrizes curriculares os autores Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 33) mostram como características da modelagem matemática suas influências sociais e na construção do conhecimento, e a apresentam como uma atividade cooperativa que pode possibilitar a interação entre alunos-alunos e alunos-professores.

Neste artigo entendemos a modelagem matemática como uma alternativa pedagógica que contém uma situação inicial (problematização) e uma situação final, e entre estas duas etapas há um conjunto de procedimentos matemáticos (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012). Neste contexto, são fases das atividades de modelagem matemática: interação, matematização, resolução, interpretação de resultados e validação.

O tema escolhido para o desenvolvimento da atividade de modelagem matemática diz respeito à germinação da semente de pepino e a alelopatia<sup>1</sup> apresentada quando em contato com o extrato de amora. A fim de relatar a atividade de modelagem matemática desenvolvida e os procedimentos matemáticos que foram importantes no contexto da aprendizagem de matemática na disciplina de Cálculo, apresentamos a fundamentação acerca do tema da atividade que compreende a interação de nós alunos com a situação-inicial da atividade, o processo de matematização, ou seja, a tradução da linguagem natural para a linguagem matemática e o tratamento dos dados, a resolução e nossas interpretações acerca da atividade desenvolvida.

---

<sup>1</sup> Um efeito provocado por uma planta em outro organismo, direto ou indiretamente, por meio da liberação no meio ambiente de metabólitos secundários tóxicos.

### INTEIRAÇÃO COM O TEMA ESCOLHIDO: A PESQUISA TEÓRICA

A germinação é um encadeamento de acontecimentos fisiológicos, que são influenciados por questões externas, ambientais, e internas, dormência, inibidores e promotores da germinação, às sementes. É o início ou todo o processo de desenvolvimento de um esporo ou de uma semente podendo ser considerada um acontecimento biológico, avaliado pelos botânicos como a retomada do desenvolvimento do embrião, com o rompimento do tegumento<sup>2</sup> pela radícula<sup>3</sup>. A germinação é determinada como a manifestação e o aumento dos mecanismos eficazes do embrião, demonstrando a sua competência para dar procedência a uma plântula<sup>4</sup> normal, sob qualidades ambientais adequadas (VIVIAN et al. 2008).

A semente possui um papel biológico importante, pois a partir dela é possível que ocorra tanto a conservação de uma determinada espécie como a disseminação. É a com as sementes que acontece a reprodução de muitas espécies de plantas, vegetais, dentre outros.

Para Roberts (1973), a qualificação das sementes pode ser dada quanto ao modo de armazenamento, e elas podem ser classificadas como ortodoxas ou recalcitrantes. As denominadas de ortodoxas, suportam seu armazenamento em baixas temperaturas e por um longo período de tempo, sendo possível utilizá-las posteriormente. As sementes sensíveis à dessecação, são denominadas recalcitrantes, pois não suportam baixa umidade e apodrecem após seu armazenamento por um longo tempo, ficando inutilizáveis.

Segundo Carvalho (2000), a classificação de Bonner (1990) é analisada como a mais apropriada para as sementes de espécies florestais, compreendendo 4 grupos: ortodoxas verdadeiras, subortodoxas, temperadas recalcitrantes e tropicais recalcitrantes.

Na atividade de modelagem matemática tínhamos como objetivo analisar o efeito alelopático de plantas daninhas na germinação e no desenvolvimento do pepino. A alelopatia é definida como o efeito inibitório, direto ou indireto, de uma determinada planta em relação à outra, no caso investigado a alelopatia do pepino em relação à amora selvagem. Esse fenômeno acontece em grupos naturais de plantas (GRESSEL; HOLM, 1964). Um dos efeitos significativos da alelopatia é a transformação da densidade populacional das plantas envolvidas.

---

<sup>2</sup> Cobertura que envolve, reveste e protege um órgão vegetal ou parte dele.

<sup>3</sup> Parte da plântula das plantas com semente que dá início à raiz primária.

<sup>4</sup> Embrião desde o começo do seu desenvolvimento, em efeito da germinação da semente, até a formação das primeiras folhas.

A alelopatia tem sido reconhecida como um importante mecanismo ecológico que influencia a dominância vegetal, a sucessão, a formação de comunidades vegetais e de vegetação clímax, bem como a produtividade e manejo de culturas. As substâncias alopáticas são encontradas distribuídas em concentrações variadas em diferentes partes da planta e durante seu ciclo de vida.

A espécie utilizada na atividade de modelagem matemática foi a *Rubus Brasiliensis* Martius (amora-brasileira), com o intuito de analisar o efeito alelopático de plantas daninhas na germinação e desenvolvimento do pepino. Para coletar as amostras de amora Brasileira foi feita uma visita no Sítio Santa Mercedes, Ribeirão do Pinhal, o sítio fica a uma distância aproximada de 11km do município de Ribeirão do Pinhal, estado do Paraná.

### DA COLETA DE DADOS À FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Para a preparação dos extratos injetados nas sementes as folhas da espécie foram coletadas no sítio Santa Mercedes – Paraná. Para o preparo do extrato foram coletadas e selecionadas as folhas mais saudáveis, que foram cortadas em pequenos pedaços, depositadas em local esterilizado e pesadas usando uma balança analítica. Foram utilizadas 40gr de matéria seca que havia passado por secagem em estufa a aproximadamente 40°C, até obterem um peso constante, aos quais foram adicionados 400ml de água destilada. O material foi misturado em um liquidificador, filtrado em tecido de algodão, e em seguida diluído em diferentes concentrações, portanto os extratos foram produzidos na proporção de 1:10 e filtrado sendo o grupo T1 grupo controle, que foi utilizada apenas água destilada, 100%, (T2 extrato puro), e diluição de 80% (T3), 60%, (T4), 40% (T5), 20% (T6) e 10% (T7). Em cada tratamento foram colocadas 15 sementes em placa de Petri, como ilustra a Figura 1.

**Figura 1:** Sementes de pepino na placa de Petri.



Fonte: Imagem laboratorial – experiência no curso de Biologia.

Contendo também papel filtro e 15 ml dos extratos, as placas foram adicionadas em câmara de germinação à 25°C e luz constante. A cada 24 horas contou-se o número de sementes germinadas (2mm de raiz), como disposto na tabela da Figura 2.

**Figura 2:** Dados da germinação<sup>5</sup>

N sementes germinad.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
<b>24h</b>							
R1	0	0	0	0	0	0	0
R2	1	0	0	0	0	0	0
R3	0	0	0	0	0	0	0
R4	1	0	0	0	0	0	0
<b>48h</b>							
R1	10	7	5	8	12	10	9
R2	12	7	9	12	13	13	9
R3	11	2	4	5	11	12	9
R4	14	9	4	7	9	11	5
<b>72h</b>							
R1	13	9	6	10	12	13	14
R2	14	7	11	12	15	15	11
R3	13	5	5	6	13	13	14
R4	15	11	5	8	13	14	10
<b>96h</b>							
R1	15	10	8	12	12	13	15
R2	14	10	12	13	15	15	11
R3	15	6	9	9	13	14	15
R4	15	11	9	9	13	14	11
<b>120h</b>							
R1	15	10	8	12	12	13	15
R2	14	10	12	13	15	15	11
R3	15	6	9	9	13	14	15
R4	15	11	9	9	13	14	11
<b>148h</b>							
R1	15	10	8	12	12	13	15
R2	14	10	12	13	15	15	11
R3	15	6	9	9	13	14	15
R4	15	11	9	9	13	14	11

Fonte: Imagem dos dados coletado pelos alunos do curso de Biologia.

Na Figura 2 estão representados os números de germinações com as diferentes concentrações de extrato e a quantidade de sementes germinadas ao decorrer do tempo. Em cada concentração as sementes são analisadas em quatro placas Petri. Por meio da tabela podemos observar o desenvolvimento de cada semente e as mudanças que podem ocorrer nas diferentes concentrações. Esse desenvolvimento é estudado pelo decorrer das horas. As situações-problema formuladas visaram *analisar a germinação das sementes com 60% de extrato de amora selvagem e 40% de água em função do tempo* (dados para essa situação constam na Tabela 1). Deste modo elaboramos as questões:

<sup>5</sup>R1, R2, R3, R4 estão se referindo as diferentes placas de Petri que foram analisadas, como mostra a figura 1.

**Situação-problema 1:** Considerando um total de 15 sementes, quantas serão germinadas em 92 horas?

**Situação-problema 2:** Em qual tempo ocorre o máximo de germinação de sementes através da concentração de 60% de extrato?

Na sequência detalhamos a resolução da atividade de modelagem matemática, a obtenção do modelo matemático e a análise do grupo.

**A FASE DE RESOLUÇÃO: O USO DE PROCEDIMENTOS MATEMÁTICOS PARA A DEDUÇÃO DE UM MODELO MATEMÁTICO E RESPOSTA ÀS SITUAÇÕES**

Para o estudo das situações-problema elaboradas foi necessário definir uma hipótese e identificar as variáveis que seriam estudadas por meio da matemática:

**Hipótese 1:** a partir de 148 horas o crescimento da germinação começa a decair.

**Variáveis:**

Variável dependente:  $x$  - tempo das germinações (em horas)

Variável independente:  $y$  - quantidade de sementes germinadas

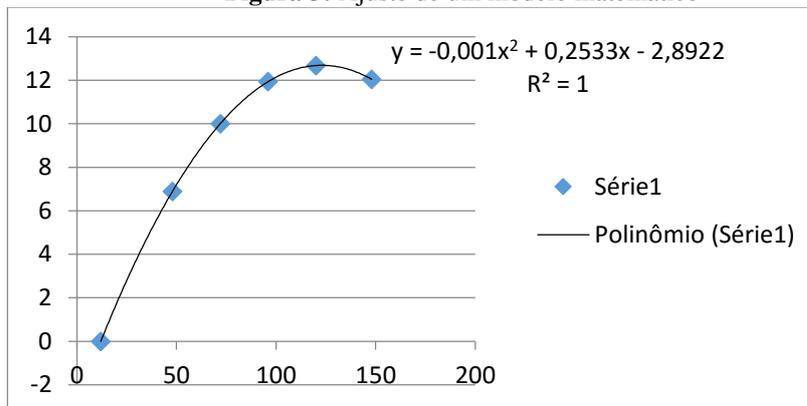
**Tabela 1:** Germinação da semente da placa R1

Quantidade de sementes germinadas com 60% de extrato da placa R1	Tempo das germinações (em horas)
0	12
8	48
10	72
12	96
12	120
12	148

Fonte: Dados coletados com os alunos da Biologia, UENP

A partir desta relação da quantidade de sementes germinadas com 60% de extrato da placa R1 em função do tempo em horas, plotamos os pontos da Tabela 1 no *software* Excel para analisar o comportamento dos dados e a relação matemática que melhor se ajusta aos dados (Figura 3).

**Figura 3:** Ajuste de um modelo matemático



Fonte: Os autores.

Ao plotar os dados no Excel, obtivemos a função polinomial de grau 2 e notamos que o coeficiente de Pearson<sup>6</sup> da função é igual a 1, e matematicamente é considerado o melhor ajuste. Decidimos então pelo uso da Regra de Cramer para o ajuste do modelo matemático, por meio da resolução de um sistema linear.

Selecionamos três pares ordenados do experimento empírico e analisamos a relação por meio do ajuste de uma função quadrática, considerando que a germinação da semente de pepino é crescente até determinado ponto e na sequência decai. Os pontos selecionados para o ajuste foram: 12 horas com 0 sementes germinadas, 72 horas com 10 sementes germinadas, e 148 horas com 12 sementes germinadas:

$$\begin{cases} A12^2 + B12 + C = 0 \\ A72^2 + B72 + C = 10 \\ A148^2 + B148 + C = 12 \end{cases}$$

Para a resolução deste sistema linear aplicamos a regra de Cramer, pois é uma das maneiras de resolver um sistema linear, mas que só pode ser utilizada na resolução de sistemas que o número de equações e o número de incógnitas forem iguais. Ao resolvermos um sistema linear de n equações e n incógnitas calculamos o determinante (D) da equação incompleta do sistema e, na sequência substituímos os termos independentes em cada coluna a fim de calcular os seus respectivos determinantes:

$$x_1 = \frac{D1}{D}; x_2 = \frac{D2}{D}; \dots x_n = \frac{Dn}{D}, \text{ logo}$$

<sup>6</sup> O coeficiente de correlação de Pearson mede o grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas e varia entre os valores -1 e 1, sendo que 0 (zero) indica que não há relação linear e 1 indica uma relação linear perfeita.

$$\begin{vmatrix} 144 & 12 & 1 \\ 5184 & 72 & 1 \\ 21904 & 148 & 1 \end{vmatrix}$$

O valor do determinante encontrado foi  $D = -620160$ , após encontrar o  $D$  substituímos na matriz os números de sementes germinadas sendo 0, 10, 12. E calculamos o  $DA$ ,  $DB$ ,  $DC$ :

$$DA = \begin{vmatrix} 0 & 12 & 1 \\ 10 & 72 & 1 \\ 12 & 148 & 1 \end{vmatrix} \quad DB = \begin{vmatrix} 12 & 0 & 1 \\ 72 & 10 & 1 \\ 148 & 12 & 1 \end{vmatrix} \quad DC = \begin{vmatrix} 12 & 12 & 0 \\ 72 & 72 & 10 \\ 148 & 148 & 12 \end{vmatrix}$$

$$\frac{640}{-620160} = -0,00103 \quad \frac{-157120}{-620160} = 0,25335 \quad \frac{1793280}{-620160} = -2,8916$$

O ajuste então resultou na função matemática  $y = F(x)$ , neste caso entendida como a quantidade de sementes de pepino germinadas em função do tempo:

$$F(x) = -0,00103x^2 + 0,25335x - 2,89164,$$

sendo que o domínio da função será as horas pertencente as conjuntos dos números reais positivos:  $D = \{x \mid x \in \mathbb{R}_+, x \geq 0\}$  e a imagem da função é o número de sementes germinadas em função tempo,  $Im = \{f(x) \mid f(x) \in \mathbb{N}, f(x) \geq 0\}$ .

A validação do modelo matemático foi feita considerando os dados coletados e o modelo matemático desenvolvido, como ilustrado na Tabela 2 e na Figura 4.

**Tabela 2:** Validação do modelo

Tempo em Horas das Germinações	Quantidade de Sementes Germinadas com 60% de extrato da placa R1	Validação
12	0	0
48	8	6,8937
72	10	10,01
96	12	11,937
120	12	12,678
148	12	12,043

Fonte: Os autores.

**Figura 4:** Modelo Matemáticos e dados reais - validação



Fonte: Os autores.

A análise do número de sementes germinadas dependendo das horas nos garante matematicamente que ao analisarmos a situação podemos perceber que no decorrer do tempo a quantidade de semente irá crescer, chegará a uma determinada quantidade limite e tenderá a cair novamente, e com isso conseguimos responder a situação-problema 1: Considerando  $F(x) = -0,00103x^2 + 0,25335x - 2,89164$ , temos que após 92 horas teremos a quantidade  $F(92) = 11,69864$  sementes germinadas, ou seja 11 sementes.

Para a situação-problema 2, referente o tempo em que ocorre o máximo de germinação de sementes através da concentração de 60% de extrato, é preciso considerar o conceito de derivada de uma função. De acordo com Guidorizzi (1985), a derivada de uma função, ou sua taxa de variação instantânea, é expressa por meio de um limite. Sejam  $f$  uma função e  $p$  um ponto de seu domínio. O limite

$$\lim_{x \rightarrow p} \frac{f(x) - f(p)}{x - p},$$

quando existir e é finito, denomina-se derivada de  $f$  em  $p$  e indica-se por  $f'(p)$ . Assim:

$$f'(p) = \lim_{x \rightarrow p} \frac{f(x) - f(p)}{x - p}.$$

Se  $f$  admite derivada em  $p$ , então diremos que  $f$  é derivável ou diferencial em  $p$ . Neste contexto, um teorema é válido para regras de derivação de funções polinomiais, como o modelo matemático obtido na atividade desenvolvida (Quadro 1).

**Quadro 1.** Teorema para derivação

Teorema. Seja  $n \neq 0$  um natural. São válidas as fórmulas de derivação:  
 $f(x) = x^n \Rightarrow f'(x) = nx^{n-1}$

$$f(x) = x^{-n} \Rightarrow f'(x) = -nx^{-n-1}, x \neq 0 \quad f(x) = x^{\frac{1}{n}} \Rightarrow f'(x) = \frac{1}{n}x^{\frac{1}{n}-1}, \text{ onde } x > 0 \text{ se } n \text{ for par e } x \neq 0 \text{ se } n \text{ for ímpar } (n \geq 2).$$

Fonte: adaptado de Guidorizzi (1985).

Usando os resultados do Quadro 1, temos que a derivada da função  $y = F(x)$  é dada por:

$$f'(x) = -0,00206x + 0,25335.$$

Matematicamente este resultado pode ser visto quando consideramos os candidatos a pontos extremos da função (máximos ou mínimos), que são os pontos críticos da função, e obtidos por meio da derivada da função quadrática  $f(x) = ax^2 + bx + c$ , com  $a \neq 0$  (Quadro 2).

**Quadro 2.** Teorema para derivação

$$f(x) = ax^2 + bx + c, \text{ com } a \neq 0$$

$$f'(x) = 2ax^{2-1} + b + 0$$

$$f'(x) = 0$$

$$2ax + b = 0$$

$$x = \frac{-b}{2a}$$

Para determinar se esse ponto encontrado é máximo ou mínimo utiliza-se o critério da 1° e 2° derivada de acordo com os seguintes casos:

- se  $a > 0$ :

$$f'(x) = 2ax + b$$

$$f''(x) = 2a$$

Seja  $f$  uma função e  $A$  o conjunto dos  $x$  para os quais  $f'(x)$  existe. A função  $f': A \rightarrow \mathbb{R}$  dada por  $x \rightarrow f'(x)$ , denomina-se função derivada ou, simplesmente, derivada de  $f$ ; diremos, ainda, que  $f'$  é a derivada de 1° ordem de  $f$ . A derivada de 1° ordem de  $f$  é também indicada por  $f^{(1)}$ .

A derivada de  $f'$  denomina-se derivada de 2° ordem de  $f$  e é indicada por  $f''$  ou por  $f^{(2)}$ , assim,  $f'' = (f')'$ . De modo análogo, define-se as derivadas de ordens superiores a 2 de  $f$ .

- se  $a < 0$ :

Como  $a < 0$   $f''(x) = 2a$ , pelo critério da segunda derivada, tem-se que  $f''(x) = 2a < 0$ , portanto,  $x = \frac{-b}{2a}$ , é ponto de máximo para a função.

Fonte: adaptado de Guidorizzi (1985).

E o ponto de máximo é definido quando  $f'(x) = 0$ , a fim de definirmos em quantas horas teremos o máximo ou mínimo de germinações, ou seja:

$$0 = -0,00206x + 0,25335$$

$$-0,00206x = -0,25335$$

$$x = \frac{-0,25335}{-0,00206} = 122,98$$

A determinação das coordenadas do vértice é feita por meio do uso do valor da abscissa do vértice através do cálculo de sua imagem. Assim o vértice da parábola que é o ponto de máximo ou de mínimo, dependendo do sinal de “a”, é dado por  $V\left(\frac{-b}{2a}; \frac{-\Delta}{4a}\right)$ .

Stewart (2010) explica o teste de crescente/decrescente

- Se  $f'(x) > 0$  em um intervalo, então  $f$  é crescente nele.
- Se  $f'(x) < 0$  em um intervalo, então  $f$  é decrescente nele.

Para encontramos os intervalos de crescimento e decrescimento da função aplicamos o teste. A primeira derivada de nossa função é dada por:

$$f'(x) = -0,00206x + 0,25335.$$

Para chegar em uma raiz para  $x$  iremos resolver a equação da primeira derivada igualando a 0:

$$f'(x) = -0,00206x + 0,25335 = 0$$

$$-0,00206x = -0,25335$$

$$x = \frac{-0,25335}{-0,00206}$$

$$x = 122,98$$

Substituindo  $x = 122,98$  na função inicial, definimos o número máximo de germinações em função das horas:

$$f(122,98) = -0,00103(122,98)^2 + 0,25335(122,98) - 2,89164$$

$$f(122,98) = -15,578 + 31,157 - 2,89164$$

$$f(122,98) = 12,68 \text{ sementes germinadas, ou seja } 12 \text{ sementes.}$$

Como no fenômeno em estudo há um crescimento inicial na quantidade de sementes germinadas a função terá um ponto de máximo, e por meio da derivada da função  $f$  definimos o valor de seu vértice,  $V(122,98; 12,68)$ .

Por meio da atividade desenvolvida foi possível analisar um fenômeno biológico e utilizar os conceitos matemáticos do cálculo diferencial vistos na disciplina do curso de Licenciatura em Matemática, por meio das fases da atividade de modelagem matemática, inteiração, matematização, resolução e interpretação dos resultados e validação de acordo com Almeida, Silva e Vertuan (2012).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo em questão aborda o uso da modelagem matemática por meio da interdisciplinaridade, e discorre a respeito de uma possível “solução”, com o intuito de saber quando ocorrem as germinações das sementes de pepino com 60% de extrato da amora. Considerando o efeito alelopático do extrato de amora em relação ao desenvolvimento do pepino. O presente trabalho está longe de ser uma solução, mas o modelo matemático obtido permite inferir que a germinação terá um ponto máximo que poderá ser alcançado e que em 148 horas, e será possível somente a germinação de 12 sementes.

Os dados alcançados são bem próximos do real, e quando encontramos o ponto máximo, também concluímos que a germinação não ultrapassará 12 sementes. Destaca-se nesse assunto que a germinação poderá sofrer com influências de alguns fatores, principalmente externos e esses podem melhorar ou atrasar seu desenvolvimento.

Devido ao efeito alelopático apresentado, a germinação dessas sementes não irá possuir nem o mesmo tempo de germinação e nem o tamanho adequado da raiz da planta. Essa atividade se caracterizou para além da articulação da matemática com a biologia, como uma atividade que possibilita a aplicação de conceitos matemáticos.

As dificuldades no desenvolvimento da atividade de modelagem matemática, inicialmente se concentraram na formulação do problema e escolha do tema, devido ao fato de não encontrar um problema que gerasse um envolvimento e fosse de interesse de todos. Como estávamos na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, iniciamos a atividade buscando temas que nos possibilitassem o trabalho com os conteúdos estudados na disciplina, os quais no início do ano eram de pouca amplitude, pois havíamos estudado apenas conceitos do cálculo diferencial. Depois de diversas conversas sobre variados temas, foi definido que trabalharíamos com algo relacionado às ciências biológicas, o que trouxe um pouco mais de dificuldades, pois era preciso conhecer alguns termos para que o trabalho pudesse ser realizado. Para o conhecimento desses termos solicitamos o auxílio de alunos do curso de licenciatura em biologia que estavam prontamente disponíveis para nos ajudar.

Uma das características do desenvolvimento da atividade, solicitadas pela professora era a contemplação de conceitos relacionados ao Cálculo Diferencial e Integral, que até o momento da realização desse trabalho era o cálculo diferencial. No início da atividade de

modelagem matemática não foi possível a abordagem dos conceitos de cálculo diferencial, no entanto após a introdução dos conceitos pela professora e as solicitações e conversas no âmbito do grupo foi possível a formulação de mais de uma situação-problema e o desenvolvimento da atividade contemplando o cálculo diferencial por meio do uso da derivada de uma função e sua aplicabilidade para obtenção de máximos e mínimos de funções.

Foram ainda estudados conceitos da Educação Básica, como a regra de Cramer, a resolução de sistemas de equações e o estudo de domínio e imagem de funções de uma variável real.

### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2012.

BASSANEZZI, R. C. **Ensino – aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. 3 ed., São Paulo: Contexto, 2010.

BIEMBENGUT, M. S. 30 Anos de Modelagem matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 7-32, jul. 2009.

BONNER, F.T. Storage of seeds: potential and limitations for germoplasm conservation. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.35, n.1, p.35-43, 1990.

CARVALHO, L.R. **Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais quanto à capacidade de armazenamento**. 2000. 97f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

FERNANDES, A. A. **Sistemas lineares**. 2017. Disponível em:  
<<http://www.coladaweb.com/matematica/sistemas-lineares>>. Acesso em: 22 jul. 2017.

GRESSEL, J. B.; HOLM, L. G. Chemical inhibition of cropgermination by weed seed and the nature of the inhibition by *Abutilon theophrasti*. **Weed Res.**, v. 4, p. 44-53, 1964.

GUIDORIZZI, H. L. **Um curso de cálculo, v.1**. 5. Ed. Rio de Janeiro – RJ: LTC, 2001.  
PARANÁ, 2008.

RAMOS, D. de M. **Regra de Cramer**. 2017. Disponível em:  
<<http://brasilecola.uol.com.br/matematica/regra-cramer.htm>>. Acesso em 22 jul. 2017.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science & Technology*, **Zurich**, v. 1, n. 3, p. 499-514, 1973.

SILVA, A. O.; APOLINÁRIO, H. F. Máximos e mínimos de uma função quadrática e sua aplicabilidade no cotidiano dos alunos do ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. XII, 2016. São Paulo. **Anais**. SBEM, 2016. p. 1-12.

STEWART, J. **Cálculo**, v.1. 6. Ed. São Paulo – SP: Cengage learning, 2012.

TUKEY Jr., R. H. Implications of allelopathy in agricultural plant science. **Bot. Rev.** , v. 35, p. 1-16, 1969.

VIVIAN, R. I; SILVA, A. A.; GIMENES, JR., M.; FAGAN, E. B.; RUIZ, S.T.; LABONIA, V. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência – Breve revisão. **Planta daninha**. vol.26 no.3 Viçosa 2008.