



MODELANDO O CRESCIMENTO DO ALPISTE E DO FEIJÃO

JANAÍNA PEREIRA REBÊLO; JHON EVER QUISPE VARGAS

RESUMO

Este artigo tem como objetivo mostrar como a Matemática pode ser aplicada de forma prática e interdisciplinar no contexto do ensino superior, utilizando a modelagem matemática para desenvolver atividades relacionadas ao plantio de sementes. Para isso, realizamos um experimento fundamentado nos princípios da modelagem matemática, comparando o desenvolvimento de sementes de alpiste e feijão sob duas condições distintas: i) exposição à luz solar e ii) permanência na sombra. O experimento teve como objetivo elaborar um modelo matemático que descrevesse o crescimento das sementes de alpiste e feijão em função das condições ambientais. A abordagem adotada foi a qualitativa, com registros diários durante 5 dias para acompanhar o desenvolvimento das plantas. Os dados coletados incluíram medições sistemáticas do comprimento das plantas, o que permitiu identificar como a presença ou ausência de luz solar influencia diretamente os processos de germinação e crescimento. Com os dados coletados utilizamos o método de Lagrange para chegarmos em um modelo matemático. Além do modelo matemático, os resultados também indicaram que os fatores ambientais tiveram um impacto significativo no desenvolvimento dessas sementes. As sementes expostas à luz solar apresentaram um crescimento mais equilibrado e saudável, enquanto aquelas mantidas na sombra demonstraram um alongamento dos caules mais acelerado, típico de adaptações a ambientes com pouca luminosidade. Logo, concluímos que atividades como essa são valiosas para o ensino de Matemática, pois contribuem para a compreensão de conceitos de modelagem e incentivam habilidades como a observação científica e o pensamento crítico. Além disso, o experimento evidenciou o potencial de integrar a Matemática a práticas sustentáveis, promovendo um aprendizado contextualizado, que conecta a teoria à prática e estimula nos alunos o interesse por temas interdisciplinares.

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Ensino Superior; Método de Lagrange.

1 INTRODUÇÃO

Os modelos matemáticos têm contribuído significativamente para o desenvolvimento de diversas habilidades e competências, tanto na educação básica quanto na superior. Eles possibilitam a conexão entre teoria e prática, promovendo o aprendizado de conceitos matemáticos de forma contextualizada e interdisciplinar. Desse modo a exploração do potencial da modelagem matemática em atividades de diferentes áreas do conhecimento surge como uma estratégia de ensino e aprendizagem capaz de facilitar o entendimento dos alunos sobre fenômenos do cotidiano e fortalecer a aplicação prática da Matemática.

Nesse contexto, a motivação para a realização deste trabalho surgiu ao percebermos a necessidade de diversificar as estratégias de ensino da Matemática, adotando práticas que despertem o interesse dos estudantes e demonstrem como a matemática pode ser aplicada a situações reais. Para tanto, propomos um experimento que pode ser aplicado em sala de aula para alunos do ensino superior, também podendo ser adaptada para outros níveis de ensino. O experimento parte do cultivo das sementes do alpiste e do feijão, onde o

estudante aprenderá a modelar matematicamente o crescimento dessas plantas. Por meio deste experimento, pretendemos proporcionar aos alunos uma experiência prática e científica, a qual favorecerá o desenvolvimento do pensamento crítico e da observação sistemática dos processos relacionados ao desenvolvimento dessas sementes.

A pergunta que conduz este estudo é: Como o uso de atividades de plantio pode contribuir para a aprendizagem matemática e o desenvolvimento de habilidades de observação científica nos estudantes de ensino superior? Para responder a essa pergunta, adotamos uma abordagem qualitativa, realizando um experimento no qual estruturamos em duas etapas distintas: a primeira etapa focou no cultivo das sementes do feijão e do alpiste em condições de sombra, enquanto a segunda etapa abordou o cultivo das mesmas sementes em exposição ao sol. Os dados obtidos foram analisados por meio da modelagem matemática, a qual nos permitiu identificar padrões e compreender as diferenças no crescimento das plantas de acordo com as condições impostas.

Assim, com este estudo objetivamos demonstrar que a Matemática pode ser trabalhada de forma prática em sala de aula por meio de atividades de plantio, utilizando a modelagem matemática para descrever o crescimento de plantas sob diferentes condições. Logo, esta pesquisa justifica-se pela sua contribuição tanto para o ensino de Matemática quanto para a educação científica, ao demonstrar que práticas interdisciplinares, como a integração entre Matemática e Biologia, podem tornar o aprendizado mais significativo e engajador. Ao final, espera-se que os resultados deste estudo sirvam como subsídio para professores interessados em incorporar atividades práticas e científicas ao ensino de Matemática, reforçando a importância de metodologias que conectem a teoria à prática.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta seção apresenta os materiais utilizados e os procedimentos seguidos para realizar o experimento. Os materiais utilizados neste experimento foram essenciais para garantir a execução adequada dos procedimentos e a coleta de dados de forma eficaz. Assim, para a realização do experimento foram utilizados: 4 recipientes (dois para cada tipo de semente); Terra adubada para o plantio; Sementes de feijão e alpiste; Água para irrigação; 1 caderno para o registro diário das observações; 1 celular utilizado para registro fotográfico e configuração de lembretes diários de irrigação.

Observação: durante o plantio, utilizamos cerca de 5 cm de adubo como base para as sementes de feijão e alpiste. Além disso, deixamos o alpiste de molho por 24 horas antes do plantio, com o objetivo de acelerar sua germinação e favorecer um melhor desenvolvimento da planta.

Figura 1: 1º dia de plantio das sementes de feijão e alpiste.



Em relação ao método, baseamo-nos nos pressupostos teóricos de Hein (2000). Segundo Hein (2000), “A modelagem matemática é assim, uma arte, ao formular, resolver e elaborar expressões que valham não apenas para uma solução particular, mas que também sirvam, posteriormente, como suporte para outras aplicações e teorias.” (p. 13). Ainda de acordo com Hein (2000), é comum que a matemática e a realidade vivida pelos alunos pareçam, muitas vezes, dois conjuntos disjuntos. Nesse sentido, “a modelagem é um meio de fazê-los interagir”(p. 13). Para que essa interação ocorra, a autora organiza os procedimentos necessários em três etapas principais: a) interação, b) matematização e c) modelo matemático. De acordo com Hein (2000), a interação consiste na compreensão inicial da situação-problema, promovendo a familiarização com o contexto e os elementos envolvidos. A matematização, considerada a etapa mais desafiadora, envolve a formulação do problema em termos matemáticos, traduzindo os dados observados em representações numéricas ou algébricas. E o modelo matemático é a construção da solução final, que utiliza as expressões matemáticas elaboradas para interpretar e validar os resultados, permitindo aplicações e inferências futuras. Com base nessa estrutura teórica, decidimos organizar a sequência da apresentação deste experimento de acordo com as etapas propostas por Hein (2000), a fim de garantir a coerência metodológica na construção do modelo matemático.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já ressaltado, os resultados deste experimento foram analisados e organizados seguindo as etapas de Hein (2000). Logo, começamos a parte de resultados e discussão pela etapa de **Interação**.

Características da feijão

Feijão: O feijão, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), pertence à família das leguminosas e é conhecido tanto por suas características botânicas quanto por seu alto valor nutricional. Ele possui vagens que se dividem em duas partes, abrigando sementes fixadas na margem de uma delas. No Brasil, o feijão é classificado em dois grupos principais: feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), também chamado de feijão-de-corda.

O ciclo de produção do feijão varia de 55 a 90 dias, dependendo da espécie. Suas sementes consistem no embrião, que contém cotilédones ricos em reservas energéticas para germinação, e na casca, que oferece proteção.

Além de sua relevância cultural e econômica, o feijão é uma importante fonte de nutrientes. Ele fornece carboidratos, proteínas ricas em lisina (que complementam proteínas de cereais como o arroz), vitaminas do complexo B, fibras e minerais como ferro, cálcio, potássio e fósforo. Esses nutrientes auxiliam na manutenção da saúde, promovendo o funcionamento intestinal, o controle do colesterol e da glicose, além de prevenir deficiências nutricionais.

Características do alpiste

De acordo com o Inkanatural, O alpiste (*Phalaris canariensis*), pertencente à família das Poáceas, é uma planta herbácea originária das Ilhas Canárias, também conhecida como "grão de Canárias". Pode atingir mais de um metro de altura, possui caules cilíndricos, folhas estreitas e sementes lustrosas cobertas por uma fina casca. Seu processo de germinação ocorre em cerca de três dias.

Inicialmente usado como alimento para aves, o alpiste é atualmente valorizado por suas propriedades nutricionais e funcionais. Rico em proteínas (16,6%), fibras (11,8%), minerais como potássio, cálcio e fósforo, além de ácidos salicílico e oxálico, o alpiste apresenta benefícios ao sistema digestivo e propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias.

Um de seus grandes diferenciais é a alta concentração de enzimas, especialmente a

lípase, que auxilia na redução de gorduras nocivas e na saúde vascular. Além disso, o alpiste possui ação desinflamatória em órgãos como fígado, rins e pâncreas, sendo considerado um regenerador pancreático. Seus benefícios incluem o controle do colesterol, redução da glicose no sangue e combate à obesidade. Também auxilia na prevenção de doenças como arteriosclerose, gota, hipertensão, diabetes tipo 2, gastrite, úlcera, constipação intestinal e edemas.

Matematização: Após de compreender um pouco sobre as características e o desenvolvimento das sementes de feijão e alpiste passamos para a segunda etapa, a matematização. De acordo com Hein (2000, p. 14), a segunda etapa é "a mais complexa e desafiante", envolvendo a formulação do problema e sua resolução, com a tradução da situação-problema para a linguagem matemática. No cultivo do feijão e do alpiste, essa etapa foi realizada por meio do registro diário, durante cinco dias, da evolução das sementes, preparando os dados para a matematização. Na tabela 01 apresentamos a evolução das sementes do feijão e do alpiste respectivamente. Observe a seguir.

Tabela 01 – Evolução das sementes

Dia	Feijão sol (cm)	Feijão Sombra (cm)	Alpiste sol (cm)	Alpiste Sombra (cm)
1°	0	0	0	0
2°	0	0	0	0
3°	0	2	0	1
4°	1	5	1	3,5
5°	6	24	3,5	8,5

Fonte: autores, 01 de dezembro de 2024.

Ao analisar os dados identificamos a possibilidade de modelar o desenvolvimento do feijão e do alpiste por meio de uma função polinomial, uma vez que o crescimento das plantas segue um padrão que pode ser descrito por uma relação matemática contínua e de ordem superior, caracterizada por variações progressivas no tempo. Visto isso, optamos em utilizar o Método de Lagrange, que consiste em determinar um polinômio de interpolação que passa exatamente pelos pontos observados, representando o crescimento das plantas em função do tempo.

Sabendo que o polinômio de interpolação de Lagrange é dado por:

$$P_n(x) = y_0L_0(x) + y_1L_1(x) + y_2L_2(x) + \dots + y_nL_n(x),$$

onde, $y_0, y_1, y_2, \dots, y_n$ representam o crescimento do feijão e do alpiste em cm, e $L_0(x), L_1(x), L_2(x), \dots, L_n(x)$, são polinômios de grau n definidos por:

$$L_k(x) = \frac{(x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{k-1})(x - x_{k+1}) \dots (x - x_n)}{(x_k - x_0)(x_k - x_1) \dots (x_k - x_{k-1})(x_k - x_{k+1}) \dots (x_k - x_n)}$$

onde, $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$ representam os dias. Aplicamos este Método por meio da interpretação e substituição dos dados obtidos com o experimento.

Aplicação do Método de Lagrange

Prosseguindo, na tabela 02 apresentamos os dados experimentais coletados do crescimento do alpiste exposto ao sol. Os valores foram registrados ao longo de cinco dias, medindo a altura da planta em centímetros como mostrado na tabela abaixo.

Tabela 02 – dados do alpiste (sol)

Dias	x0	x1	x2	x3	x4
	1	2	3	4	5
Crescimento (cm)	y0	y1	y2	y3	y4
	0	0	0	1	7/2

Fonte: autores, 01 de dezembro de 2024.

Observe os dados apresentados na Tabela 02 e note que o último índice é 4 (x4 e y4). Assim, n = 4, e, de acordo com o método de Lagrange, obteremos um polinômio de grau ≤ 4, conforme mostrado a seguir:

$$P_4(x) = y_0L_0(x) + y_1L_1(x) + y_2L_2(x) + y_3L_3(x) + y_4L_4(x)$$

Utilizando a fórmula de $L_k(x)$ chegaremos aos seguintes polinômios:

$$L_0(x) = \frac{(x-2)(x-3)(x-4)(x-5)}{(1-2)(1-3)(1-4)(1-5)} = \frac{x^4 - 14x^3 + 71x^2 - 154x + 120}{24}$$

$$L_3(x) = \frac{(x-1)(x-2)(x-3)(x-5)}{(4-1)(4-2)(4-3)(4-5)} = \frac{-x^4 + 11x^3 - 41x^2 + 61x - 30}{6}$$

$$L_1(x) = \frac{(x-1)(x-3)(x-4)(x-5)}{(2-1)(2-3)(2-4)(2-5)} = \frac{-x^4 + 13x^3 - 59x^2 + 107x - 60}{6}$$

$$L_4(x) = \frac{(x-1)(x-2)(x-3)(x-4)}{(5-1)(5-2)(5-3)(5-4)} = \frac{x^4 - 10x^3 + 35x^2 - 50x + 24}{24}$$

$$L_2(x) = \frac{(x-1)(x-2)(x-4)(x-5)}{(3-1)(3-2)(3-4)(3-5)} = \frac{x^4 - 12x^3 + 49x^2 - 70x + 40}{4}$$

Substituindo os polinômios encontrados para $L_0(x)$, $L_1(x)$, $L_2(x)$, $L_3(x)$, $L_4(x)$ e os valores correspondentes de y_0 , y_1 , y_2 , y_3 , y_4 na expressão de $P_4(x)$, o polinômio de Lagrange para o alpiste condicionado ao sol será dado por:

$$P_4(x) = y_0L_0(x) + y_1L_1(x) + y_2L_2(x) + y_3L_3(x) + y_4L_4(x)$$

$$= 0L_0(x) + 0L_1(x) + 0L_2(x) + 1L_3(x) + \frac{7}{2}L_4(x)$$

$$= 1 \left(\frac{-x^4 + 11x^3 - 41x^2 + 61x - 30}{6} \right) + \frac{7}{2} \left(\frac{x^4 - 10x^3 + 35x^2 - 50x + 24}{24} \right)$$

agrupando os termos semelhantes, obtemos:

$$P_4(x) = \frac{-x^4 + 18x^3 - 83x^2 + 138x - 72}{48}$$

De forma análoga aos procedimentos realizados para o alpiste exposto ao sol, determinamos os polinômios para as outras condições: alpiste em condições de sombra “ $Q_4(x)$ ”, feijão exposto ao sol “ $R_4(x)$ ” e para o feijão em condições de sombra “ $S_4(x)$ ”, como mostrado a seguir:

$$Q_4(x) = \frac{x^4 - 6x^3 + 35x^2 - 78x + 48}{48}$$

$$R_4(x) = \frac{x^4 - 8x^3 + 23x^2 - 28x + 12}{12}$$

$$S_4(x) = \frac{4x^4 - 41x^3 + 152x^2 - 229x + 114}{6}$$

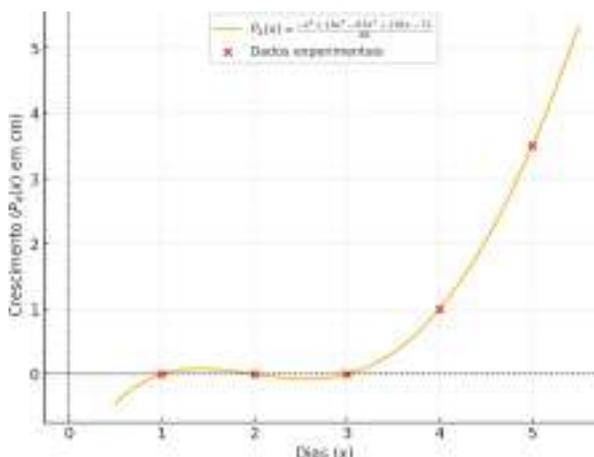
Como apresentado acima, a partir dos dados obtidos, conseguimos traduzir a evolução das sementes de feijão e alpiste para uma linguagem matemática, permitindo uma análise de seu crescimento sob diferentes condições, concluindo assim a segunda etapa.

Modelo Matemático: Segundo Hein (2000, p. 15) “Para concluir o modelo, torna-se necessária uma avaliação para verificar em que nível ele se aproxima da situação-problema representada e, a partir daí, verificar também o grau de confiabilidade na sua utilização”. Sendo assim, nesta etapa, apresentamos a análise e a comparação dos polinômios obtidos com os resultados fornecidos pelos modelos para validar sua precisão e/ou adequação.

Os polinômios gerados por meio do Método de Lagrange para os diferentes cenários (alpiste ao sol, alpiste à sombra, feijão ao sol e feijão à sombra) foram comparados com os dados experimentais registrados. Para fins de validação, utilizaremos como exemplo o polinômio $P_4(x)$ que representa o crescimento do alpiste exposto ao sol. Assim, ao substituir os valores de $x = 1, 2, 3, 4, 5$ no polinômio, os resultados obtidos coincidem com os valores de $y = 0, 0, 0, 1, 7/2$ confirmando que o modelo passa pelos pontos fornecidos.

Plotando o gráfico de $P_4(x)$, observamos que o polinômio de fato segue o comportamento dos dados experimentais, ou seja do intervalo de $[1, 5]$, observe a figura 2.

Figura 2: Gráfico de $P_4(x)$ (crescimento do alpiste ao sol)



De forma análoga, os polinômios $Q_4(x)$, $R_4(x)$, e $S_4(x)$, que representam o crescimento do alpiste à sombra, do feijão ao sol e do feijão à sombra, respectivamente, também podem ser verificados e validados seguindo o mesmo procedimento. Além disso, a análise gráfica e numérica destes modelos também confirma suas adequações aos dados experimentais fornecidos, reforçando a confiabilidade do Método de Lagrange como ferramenta de modelagem para os cenários propostos.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que a modelagem matemática, aplicada ao contexto do cultivo de sementes de alpiste e feijão, é uma ferramenta eficaz para integrar teoria e prática no ensino superior. Por meio do Método de Lagrange, foi possível desenvolver modelos matemáticos que representaram o crescimento das plantas em diferentes condições ambientais. Os resultados confirmaram que as sementes expostas à luz solar apresentaram um crescimento mais equilibrado, enquanto aquelas mantidas na sombra mostraram adaptações típicas de ambientes com baixa luminosidade.

Apesar do sucesso na construção dos modelos, o experimento apresentou algumas limitações, como o período curto de observação (cinco dias) e a ausência de controle rigoroso de outros fatores ambientais, como temperatura e umidade. Futuras pesquisas podem estender o tempo de análise e incorporar variáveis adicionais para enriquecer os modelos e explorar padrões de crescimento mais complexos.

Por fim, este trabalho destacou o potencial da modelagem matemática como recurso interdisciplinar, conectando Matemática e Biologia de maneira prática e engajadora. Além disso verificamos que essa abordagem além de reforçar conceitos matemáticos, também pode promover a observação científica e o pensamento crítico, apontando caminhos para novas práticas pedagógicas no ensino superior.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA. **O feijão na alimentação humana**. Brasília: EMBRAPA, 2015. 15 p.

Disponível

em:<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1015009/1/p15.pdf>.

Acesso em: 29 nov. 2024.

HEIN, Maria Salett Biembengut, N. **Modelagem matemática no ensino**. 5. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2000. E-book. p.17. ISBN 9788572441360. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788572441360/>. Acesso em: 30 nov. 2024.

INKA NATURAL. **Alpiste: propriedades e benefícios contraindicações**. Disponível em:

<https://www.inkanatural.com/pt/arti.asp?ref=alpiste-propiedades-e-beneficios>. Acesso em: 29 nov. 2024.

RUGGIERO, M. A. G., Lopes, V. L. R. **Cálculo Numérico – Aspectos Teóricos e Computacionais**, segunda edição, Makron Books, 1997