Matemática e biociências: Uma interação a partir de exemplificações

https://doi.org/10.56238/sevened2024.012-037

Bárbara Garcia Brandemberg
ESC
IES Estácio de Santa Catarina
Graduanda em Biomedicina.
E-mail: leilagarciaf@hotmail.com

João Cláudio Brandemberg
UFPA
Universidade Federal do Pará
Professor Titular Doutor
E-mail: brand@ufpa.br

RESUMO
Neste artigo, objetivamos apresentar alguns conceitos matemáticos, aplicados em exemplos referentes as Biociências, para uma melhor discussão e entendimento, da interação dessas duas áreas. De fato, desde a segunda metade do século XX, a Matemática vem desempenhando um papel importante, e mesmo de protagonista, no estudo das Biociências. De tal forma que, estudos de elementos de matemática, com aplicações a problemas biocientíficos se constituem em uma interessante temática de estudos e pesquisa. Assim, buscamos uma interação, a partir da exemplificação, da aplicação de conceitos matemáticos em problemas importantes nas áreas que compõem o corpo das Biociências.

Palavras-chave: Matemática, Biociências, Interação entre áreas do conhecimento, Problemas relacionados.

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa que apresentamos, se configura como bibliográfica-documental que, no sentido de Gil (2008), utiliza materiais já elaborados, constituídos, principalmente, de textos (livros e artigos) científicos (em formatos impresso ou digital), e que nos permitiu investigar outros estudos relacionados ao tema. Além disso, utilizamos documentos em um estudo descritivo/interpretativo para uma reelaboração destes conhecimentos em acordo com nossos objetivos de pesquisa. Este material, é parte importante de nosso referencial teórico,

Assim, objetivamos apresentar alguns conceitos matemáticos, aplicados em exemplos referentes as Biociências, para uma melhor discussão e entendimento, da interação dessas duas áreas, uma vez que, em acordo com Batschelet (1979), desde a segunda metade do século XX, a Matemática vem desempenhando um papel importante, e até mesmo de protagonista, no estudo das Biociências.

Nas seções seguintes apresentamos uma discussão sobre a importância de relacionar conceitos elementares de Matemática na resolução de problemas das Biociências e descrevemos, explicitamente, esta interação entre estas duas áreas do conhecimento científico, a partir de exemplificações.

Inferimos que esta interação entre a Matemática e as biociências apresenta potencialidades, tanto para o ensino de conteúdos das Biociências, quanto para uma ampliação do campo de ensino de conteúdos matemáticos, quando de um possível desenvolvimento de novas técnicas a partir do conhecimento matemático existente, bem como das possibilidades emergentes das novas tecnologias do século XXI.

2 SOBRE A MATEMÁTICA PARA AS BIOCIÊNCIAS

Nesta seção, buscamos relacionar elementos conceituais matemáticos, por sua aplicabilidade, através de exemplos, aos conteúdos relacionados as Biociências.

Seguindo na linha do argumentado por Sampaio e Silva (2024), buscamos enfatizar uma relação interativa entre a Matemática e as Biociências, em um procedimento de resoluções de problemas, caracterizando o que hoje se denomina de Biomatemática, ou seja, uma matemática existente, produzida ou recriada para utilização nas Biociências. (Rashevsky, 1940) e (Berezoskaya; Toni, 2019)

Inicialmente, vamos apresentar algumas regras e/ou conceitos matemáticos, que posteriormente nos permitam uma representação mais ilustrativa e/ou elucidativa dos processos ou métodos envolvidos na resolução de problemas biocientíficos.

Os elementos de matemática tratados, inicialmente, vão mais especificamente na direção da representação de quantidades numéricas associadas) a problemas típicos das biociências, como as porcentagens e a proporcionalidade. Além disso, se faz necessário, em alguns problemas, tratar com funções polinomiais e/ou exponenciais. Para a resolução de alguns problemas, por exemplo, que envolvam medidas específicas, pode ser interessante estabelecermos o uso de Escalas (ordinal, proporcional ou graduada).

Em acordo com Batschelet (1979, p. 2-4), tais elementos podem ser utilizados, na resolução de problemas que envolvam, por exemplo: a deficiência de órgãos, o crescimento de animais ou variações de temperatura. Uma discussão sobre essas possibilidades nos é apresentada por Batschelet (1979), quando da conclusão de um resultado.

No caso médico, de um diagnóstico. Batschelet (1979, p. 2) nos aponta, que mesmo pressupondo a efetiva importância de considerar os resultados matemáticos, e que devem ser ponderados, se faz necessário uma componente interpretativa na finalização de um resultado (diagnóstico), como ele busca exemplificar, em um problema que envolve o uso de uma escala nominal na interpretação diagnóstica de problemas renais, em função do uso excessivo de certos produtos químicos.

Em seu exemplo, Batschelet (1979, p. 2), nos apresenta um pesquisador, médico, que considera uma classificação do problema em categorias, de acordo com a gravidade. Assim, "Por conveniência, basta que ele, designe pelo número 0 a *ausência de deficiência* renal, pelo número 1 a *deficiência fraca*, pelo número 2 a *deficiência média* e pelo número 3 a *deficiência grave*". Desta forma, o pesquisador, introduz uma escala ordinal com números de posto ou scores 0, 1, 2, 3.

Para Batschelet (1979, p. 2), é presumível observar que "*não é possível concluir que o aumento de deficiência fraca para média é o mesmo que de deficiência média para grave*", embora a diferença numérica entre os postos seja a mesma, em qualquer dos casos considerados.

Importante observar que as aplicações da matemática as biociências podem ser tratadas, tanto de um ponto de vista avançado, como prescrito em Rashevsky (1940) e Berezoskaya e Toni (2019), intermediário, visando a graduação, como em Batschelet (1979), Smith (1968) e Murray (2002), até conceitos mais elementares como em Batschelet (1979), Santiago e Paiva (2015) e Mancera (2024).

Para estas aplicações, se faz mister o uso de textos técnicos, que trazem alguns métodos e ferramentas específicas, com em Boldrini et. al. (1986) e Gomes (2013), além de manuais específicos como em Gonçalves (2019) e Cálculos... (2021).

Com estas considerações, ao trazermos nossas exemplificações, a seguir, buscamos elencar problemas das Biociências, onde o resultado matemático, geralmente numérico ou mesmo funcional, possa minimizar dificuldades de interpretação, quando da apresentação de conclusões *a priori*.

3 UMA INTERAÇÃO POR EXEMPLIFICAÇÕES

Podemos apontar no sentido de uma interação entre estas duas áreas do conhecimento científico, Matemática e Biociências, elementos que coadunam com nossa apresentação inicial. Desta forma, para reforçar nossa argumentação, nesta seção trazemos algumas exemplificações.

Buscamos em nossa exemplificação abarcar ao menos seis, das áreas que compõem as biociências e que julgamos serem as mais representativas para este momento, que objetivamos. Entendemos, que não podemos apresentar todas, e que as possibilidades de aplicação são maiores e muitas vezes, mais complexas. No entanto, afirmamos que estes seis exemplos podem trazer maior entendimento nessa interação.

3.1 UM EXEMPLO NA BIOLOGIA

Em Batschelet (1979, p. 4), encontramos uma representação do conceito de Porcentagem aplicado a um exemplo que trata de taxa de crescimento de um animal. Onde se relacionam grandezas, como: altura e massa corporal (peso), com medidas respectivas em metros (m) e quilograma (kg). O qual, a seguir, reescrevemos: considere que "*ao início do experimento o animal pesa 50kg de massa corporal. Usamos um número está simplificado para facilitar a apresentação e as contas. No período de um mês o peso aumenta 20%, chegando a 60kg. Admitindo-se que no segundo mês o peso aumente novamente 20%*". (Batschelet, 1979).

Batschelet (1979, p. 4)), nos afirma que de forma equivocada, podemos ser levados a inferir que "*o aumento total é 40% do peso inicial*". Assim, o animal estaria com massa corporal (peso) de 70kg. Entretanto, os cálculos nos levam a um resultado diferente: o peso final é 72kg, o qual é 22kg ou 44% a mais que o peso original.

Cabe aqui comentarmos, da importância deste exemplo, visto que uma descrição precisa da massa corporal (peso) de um animal é fator a ser considerado, efetivamente, quando da prescrição de dosagens de medicamentos, de suplementos ou de alimentos.

3.2 UM EXEMPLO NA BIOMEDICINA

Um exemplo clássico, que trazemos aqui, considera a velocidade do fluxo sanguíneo arterial ou venoso. Tal fenômeno, mesmo em sua complexidade, afirmamos, em acordo com Batschelet (1979, p. 95), pode ser representado e/ou visualizado a partir do uso, uma modelação do fenômeno, de uma função polinomial do segundo grau.

A saber: temos a função $v(r) = \frac{P}{4\eta l}(R^2 - r^2)$, onde os valores de P, η, l são dados (conhecidos). Temos que R é o raio da seção circular transversal ao tubo, P é a diferença de pressão entre as extremidades do tubo (modelo para um segmento de veia ou artéria humana), η é a viscosidade do fluido (sangue), l é o comprimento do tubo modelo (em centímetros) e r é a distância entre qualquer ponto do fluido e o eixo do tubo. Consideremos um fluxo sanguíneo laminar neste experimento. Observamos que se $R = r$ a velocidade $v = 0$. Se $r = 0$ temos valor máximo para a velocidade (Batschelet, 1979).

Tomemos o seguinte exemplo, configurado numericamente, visando o melhor realismo possível, tomemos sangue arterial com viscosidade $\eta = 0{,}027\, poise$ fluindo em um arterial capilar de comprimento $l = 2cm$ e raio $R = 8 \cdot 10^{-3}cm$. Em uma extremidade a pressão é maior que na outra, e essa diferença é $P = 4 \cdot 10^3\, dina/cm^2$. Temos, $v = \frac{4 \cdot 10^3}{4 \cdot 0{,}027 \cdot 2}(64 \cdot 10^{-6} - r^2)$ de onde, $v = 1{,}185 - (1{,}85 \cdot 10^4)r^2$,em centímetros por segundo. Observemos que a representação gráfica é dada por um segmento de parábola e o valor máximo da velocidade é $v(0) = 1{,}185cm/s$ (Batschelet, 1979).

Observamos que, em nosso exemplo, consideramos um fluxo de sangue laminar, ou seja, onde as partículas do fluido se movem paralelamente ao tubo (modelo) e sua velocidade aumenta uniformemente. Assim, para concluir, quando da coleta de uma amostra de sangue, para, por exemplo, a realização de um Hemograma, é a diferença de pressão, ao puncionar, que permite o sangue se inserir na seringa (Willianson; Snyder, 2016).

3.3 UM EXEMPLO EM BIOQUÍMICA - FARMÁCIA

Nesta linha, do apontado por Rashevsky (1940) e por Batschelet (1979), podemos trazer uma exemplificação, em Bioquímica farmacêutica, quando da produção de um xarope bastante conhecido no mercado de medicamentos e composto por dois princípios ativos: o Maleato de Dexclofenriramina (MdD), um antialérgico, e a Betametasona (Bt), um corticosteroide.

O xarope, comercializado em frascos de capacidade 120 ml, tem em sua composição os seguintes valores: 0,4 mg/ml de MdD e 0,05 mg/ml de Bt.

Desta forma, usando as propriedades de proporcionalidade e a representação em linguagem matemática, temos as seguintes relações,

$$0{,}4mg/ml \Rightarrow 4mg/10ml \Rightarrow 40mg/100ml$$
$$0{,}05mg/ml \Rightarrow 0{,}5mg/10ml \Rightarrow 5mg/100ml$$

Logo, em termos proporcionais para uma composição com 120ml de xarope, temos:

Para o Maleato de Dexclofenriramina (MdD),

$$(MdD) \Rightarrow \frac{40}{100} = \frac{x}{120} \Rightarrow x = \frac{40 \cdot 120}{100}$$
$$x = 48mg/120ml$$

Para a Betametasona (Bt),

$$(Bt) \Rightarrow \frac{5}{100} = \frac{y}{120} \Rightarrow y = \frac{5 \cdot 120}{100}$$
$$y = 6mg/120ml$$

Temos um total de 54 mg de princípio (s) ativo (s), em um frasco de xarope de 120ml. Composto por MdD e Bt. Dessa forma,

$$\frac{48}{54} = 0{,}89 = \frac{89}{100} = 89\%\ de\ MdD$$
$$\frac{6}{54} = 0{,}11 = \frac{11}{100} = 11\%\ de\ Bt$$

Em termos percentuais, no xarope que descrevemos, temos $89\%\ de\ MdD$ e $11\%\ de\ Bt$, o que além de nos dar uma visão melhor sobre a forma de composição, pode nos oferecer maiores informações sobre o custo de produção deste medicamento.

Observamos que nesta composição os componentes se combinam, porém, são independentes, ou seja, a mudança na quantidade de um, não interfere diretamente na do outro. Porém, segundo Gonçalves (2019, p. 10), se faz fundamental o controle da dosagem, variando de um valor mínimo efetivo até um valor máximo, não tóxico, aceitável, considerando a unidade de medida referida.

3.4 UM EXEMPLO NA MEDICINA

Em Medicina trazemos um exemplo que traduz a prescrição da dosagem de um medicamento, específico para uso em casos de doenças neuropsiquiátricas, como Angústia, Ansiedade, depressão ou, até mesmo para Epilepsia. Conhecido na indústria farmacológica como “Diazepam”, geralmente, sua dosagem, prescrita por um médico, deve considerar a composição usual, que é de $5mg/ml$.

Desta forma, para uma dose prescrita do “remédio”, em um caso de Epilepsia, considerando o valor de $0{,}5mg/kg$, para um paciente de $60kg$ de massa corporal, seria de $60 \cdot 0{,}5 = 30mg$, ou ainda $\frac{30}{5} = 6ml$.

Observamos que esta é uma dose considerada “alta” e, portanto, deve ser aplicada segundo prescrição médica e sob supervisão de enfermeiros. Medicamentos como sedativos, ansiolíticos e antibióticos, mesmo que nos cálculos de suas dosagens se utilizem de uma ferramenta matemática simples, que envolve propriedades de proporcionalidade, a administração e preparo das dosagens deve ser bem cuidadosa (Gonçalves, 2019).

Em virtude da necessidade destes cuidados, muitos destes medicamentos são produzidos e comercializados com dosagens específicas, para que possam ser administrados em casa, inclusive com o uso de dosadores. No entanto, se faz necessário, em alguns casos uma leitura compreensiva dos valores receitados e o conhecimento das unidades de grandezas referentes.

3.5 UM EXEMPLO NA ENFERMAGEM

Como vimos discutindo, os conceitos de proporcionalidade que envolvem razões entre grandezas e o cálculo de porcentagens, geralmente, com o uso da ferramenta matemática da Regra de Três, se fazem efetivos nos quatro exemplos anteriores, são fundamentais quando da aplicação de medicamentos no ambiente hospitalar.

Assim, em acordo com Melo, Struchiner e Frant (2022), estes conceitos elementares de Matemática, devem ser, parte integrante do currículo de formação de enfermeiros e técnicos de enfermagem, uma vez que estes profissionais tratam efetivamente quando da administração (aplicação) de medicamentos.

Para Melo, Struchiner e Frant (2022, p. 2), em decorrência da complexidade na administração, dominar este conhecimento matemático deve minimizar a ocorrência de erros, como por exemplo: erros na diluição e/ou dosagens, e que no Brasil tem um alto percentual de ocorrência. Tais falhas, nestes processos podem expor o paciente a riscos desnecessários ou mesmo a possibilidade de óbitos.

Desta forma, uma das ações mais efetivas, ocorre quando da determinação do volume do medicamento a ser administrados, em doses, quando na forma liquida, sejam eles orais (xaropes, suspensões ou elixires) ou mesmo injetáveis (soros).

Para a diluição de medicamentos em aplicação endovenosa, como no caso de soro fisiológico sendo o diluente e/ou veículo, a relação entre a quantidade de medicamento e o volume de soro deve ser observada. Um cálculo simples de proporções, muitas vezes, é suficiente.

Para nosso exemplo, vamos trazer a administração do antibiótico Ceftriaxona de duas gramas, do tipo endovenoso, o qual pode ser diluído em 40 ml de água para injetáveis ou de soro fisiológico (cloreto de ódio 0,9%). Geralmente, a administração é feita a partir da diluição do pó em um soro de 50 ml e aplicado em um tempo de aproximadamente 10 minutos.

Assim, podemos determinar a concentração do princípio ativo, quando da administração deste antibiótico, diluído. Temos, calculando a razão e realizando a mudança de unidades, o seguinte resultado: $\frac{2g}{50ml} = \frac{2000mg}{50ml} = 40mg/ml$. Assim, a concentração do medicamento nesta exemplificação é de $40mg/ml$.

Como vimos discutindo, para formas farmacêuticas líquidas, quando prescritas, por profissional qualificado, o cuidado na administração, perpassa pelo cálculo do volume a ser determinado por dosagem.

Uma solução muito conhecida na farmacologia é a Amoxicilina, um antibiótico do tipo beta lactâmico. Sendo que a solução de Amoxicilina não precisa, necessariamente, ser administrada em ambiente hospitalar, logo, para administração em casa é importante para o cálculo da dose, observar a concentração indicada na embalagem, que, geralmente, é de $250mg/5ml$.

Exemplificando, um paciente adulto com aproximadamente setenta quilogramas de massa corporal, deve tomar a dose usual, geralmente prescrita, de $500mg$ de oito em oito horas, por sete dias. Como os frascos deste medicamento, no mercado farmacêutico, tem medidas de $60ml$, $90ml$ e $150ml$, utilizando uma regra de três simples conseguimos determinar a quantidade necessária do medicamento a ser utilizado, como segue: $\frac{1}{500} = \frac{21}{x} \to x = 10500mg$. Tomando a equivalência de que uma dose de $500mg$ corresponde a $10ml$ da solução, usaremos, precisamente, $\frac{10}{500} = \frac{y}{10500} \to y = 210ml$.

Um resultado, que permite ao acompanhante (técnico, cuidador, responsável, parente, amigo), ou mesmo ao próprio paciente, adquirir a quantidade necessária do medicamento. No caso, seria um frasco de $150ml$ e outro de $60ml$, do medicamento. Tal ação garante a dosagem correta e possível redução do desperdício. Além disso, pode prover alguma diminuição de custos.

3.6 UM EXEMPLO EM NUTRIÇÃO

Para finalizar, trazemos um importante exemplo, visando garantir uma boa nutrição, a partir de uma alimentação balanceada e considerando a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (Tabela..., 2011).

Vale comentar, que para uma alimentação saudável e equilibrada garante um bom funcionamento do organismo. Assim, uma alimentação balanceada e suficiente, deve conter em sua composição os seguintes nutrientes: proteínas, carboidratos, gorduras boas, vitaminas e fibras. Além de uma boa hidratação (Tabela..., 2011).

Desta forma, uma pessoa com cerca de 70 quilogramas de massa corporal, além de beber cerca de dois litros e meio de água, precisa de uma alimentação diária de 1950 a 2400 calorias. Se considerarmos três refeições principais, temos uma média de 650 a 800 calorias por refeição.

Consideremos, a título de exemplificação, a quantidade de proteínas a serem consumidas no almoço. Segundo a tabela brasileira, um indivíduo de cerca $70kg$ deve consumir no almoço $50{,}2g$ de proteínas, em termos de carne bovina, equivale a $150g$. se consideramos um prato de $400g$, temos cerca de $250g$ para carboidratos (arroz, macarrão, batatas) e Vitaminas e minerais (saladas). Segundo a tabela brasileira devemos ter 40% de carboidratos na refeição, ou seja $160g$. Restando cerca de $90\ g$ para as saladas (fonte de vitaminas). (Tabela..., 2011).

Assim, em um prato feito para um almoço balanceado de um indivíduo saudável, isto é, sem restrições alimentares, devemos ter 150 gramas de carne bovina, 160 gramas de arroz e 90 gramas de saladas, em outras palavras 37,5% de fonte de proteínas, 40% de fonte de carboidratos e 22,5% de fontes de vitaminas e sais minerais,

Como vimos apresentando nosso prato terá $50{,}2g$ de proteínas e $45g$ de carboidratos, a serem absorvidos pelo organismo. Observamos que as vitaminas presentes nas saladas, por exemplo, em uma salada verde crua, são medidas em uma unidade micro, sendo importantes na dieta, mais consideradas em uma contagem a parte, em termos nutricionais.

Da mesma forma, nosso prato, como descrevemos tem cerca de 650 calorias da forma $650kcal = 379kcal + 208kcal + 63kcal$, cerca de 81% do projetado. Multiplicando por três teríamos uma dieta de $1950kcal$. Um valor aceitável, podendo ser melhorado, geralmente, ao considerar acrescentar ou reduzir 5% do valor previsto em calorias para a dieta. Para os valores obtidos, consideramos a proporcionalidade de calorias relacionadas a uma porção de 100 gramas de alimento, no caso, carne bovina, arroz e salada verde, respectivamente (Tabela..., 2011).

Indivíduos subnutridos, diabéticos ou mesmo atletas, devem ser considerados casos particulares, quando do estabelecimento de uma dieta alimentar, onde serão estabelecidas novas relações entre os componentes considerando estas variáveis iniciais.

4 CONSIDERAÇÕES

Nossas argumentações nos permitem considerar que a relação interativa entre a Matemática e as Biociências, como exemplificamos, pode se dar a partir de aplicações elementares de técnicas matemáticas, como o uso de uma regra de três simples (ou composta), em seus aspectos aritméticos ou funcionais, até o uso de conceitos mais avançados que compreendem modelações que envolvem conceitos do cálculo Diferencial e Integral, como o uso de derivadas parciais na modelação do espalhamento de moléculas de uma substância em um meio de solubilidade.

Consideramos relatar que em nossas exemplificações iniciais, no entanto, o que apresentamos são cálculos de procedimentos e não de funcionamento, exceto no exemplo 3.2, executados em ações nessas áreas das biociências. Assim, como discutimos, inicialmente, aqui, apresentamos apenas cálculos elementares, principalmente, os relacionados ao conceito de proporcionalidade, em suas diversas roupagens.

Inferimos que nossa exemplificação buscando a interação entre problemas presentes nas Biociências e a ferramenta matemática adequada deve permitir aos estudantes de graduação em áreas das Biociências e ou da Matemática um melhor aproveitamento e um maior esclarecimento quando da resolução de problemas, quando confrontados em seus cursos, ou mesmo em atuações futuras de sua formação.

Projetamos, tratar mais problemas de funcionamento, onde os cálculos funcionais, como a própria nomenclatura indica, se utiliza do importante conceito matemático de Função e onde as propriedades e relações envolvidas nos processos, remetem a um cálculo na direção do contínuo. Assim, teremos uma passagem dos aspectos procedimentais aos funcionais, o que se traduz em uma analogia do cálculo discreto (aritmético-algébrico) para o contínuo (analítico).

REFERÊNCIAS

BATSCHELET, E. Introduction to Mathematics for Life Scientists. Third Edition. New York: Springer-Verlag, 1979.

BEREZOVSKAYA, F.; TONI, B. Advanced Mathematical Methods in Biosciences and Applications. Switzerland: Springer, 2019.

BOLDRINI, J. L.; COSTA, S. I. R.; FIGUEIREDO, V. L.; WETZLER, H. G. Álgebra Linear. Terceira Edição. São Paulo: Harbra, 1986.

CÁLCULOS. Cálculos Farmacêuticos. Fundação Educacional “Manoel Guedes”. Curso de Qualificação Profissional de Técnico em Farmácia – Módulo I. São Paulo: Tatuí, 2021.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. Sexta Edição. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, M. L. M. Álgebra e Funções na Educação Básica. Belo Horizonte: CAED-UFMG, 2013.

GONÇALVES, L. M.; Cálculo em Farmácia, 1ª edição. Rio de Janeiro: Seses Estácio, 2019.

MANCERA, P. F. de A. Matemática para Ciências Biológicas (notas de aula). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz” – USP, 2002. Disponível em : https://www.esalq.usp.br . *A*cesso em: 14 de Mar. 2024

MELO, A. G.; STRUCHINER, M.; FRANT, J. B. A Matemática da Administração de Medicamentos. EDUCITEC – Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico. V.8. Manaus: IFPA, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.31417/educitec.v8.1756 . Acesso em: 20 de Mar. 2024

MURRAY, J. D. Mathematical Biology I. An Introduction. Third Edition, Berlin: Springer-Verlag, 2002

RASHEVSKY, N. Advances and Applications of Mathematical Biology. Chicago: Chicago Press, 1940.

SAMPAIO, C. F.; SILVA, A. G. da Uma Introdução à Biomatemática: a importância daTransdisciplinaridade entre Biologia e Matemática. São Cristovão: Anais do VI Colóquio Interacional “Educação e Contemporaneidade”, 2012. Disponível em: https://ri.ufs.br . Acesso em: 11 de Mar. 2024.

SANTIAGO, G. S.; PAIVA, R. E. B. Matemática para Ciências Biológicas. Segunda Edição. Fortaleza: UECE, 2015.

SMITH, J. M. Mathematical Ideas in Biology. Great Britain: Cambridge University Press, 1968.

TABELA, Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4ª edição revisada e ampliada. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011

WILLIANSON, M. A.; SNYDER, L. M. Wallach – Interpretação de Exames Laboratoriais. 10ª edição. Tradução de Maria Azevedo e Patrícia Voeux. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016