UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA

EDSON XAVIER BATISTA DA SILVA

APLICAÇÕES DA MATEMÁTICA NAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ACARAPE
2018

EDSON XAVIER BATISTA DA SILVA

APLICAÇÕES DA MATEMÁTICA NAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Monografia apresentada ao Curso de Ciências da Natureza e Matemática do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Graduado em Ciências da Natureza e Matemática com Habilitação em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Jorge Pontes Diógenes
Co-orientadora: Profª. Dra. Vanessa Lúcia Rodrigues Nogueira.

ACARAPE - CE

2018

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Silva, Edson Xavier Batista da.

S578a

Aplicações da matemática nas Ciencias Biológias / Edson Xavier Batista da Silva. - Acarape, 2018.
70f: il.

Monografia - Curso de Ciências da Natureza e Matemática, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Jorge Pontes Diógenes.

1. Interdisciplinaridade. 2. Matemática. 3. Ciências Biológicas. I. Título

CE/UF/BSP CDD 510

EDSON XAVIER BATISTA DA SILVA

APLICAÇÕES DA MATEMÁTICA NAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Monografia apresentada ao Curso de Ciências da Natureza e Matemática do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Graduado em Ciências da Natureza e Matemática com Habilitação em Matemática.

Aprovado em: 29 / 10 / 2018.

BANCA EXAMINADORA

Rafael Jorge Pontes Diógenes

Prof. Dr. Rafael Jorge Pontes Diógenes (Orientador)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Vanessa Lúcia Rodrigues Nogueira

Prof.ª Dra. Vanessa Lúcia Rodrigues Nogueira (Co-orientadora)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

João Fco da S. Filho

Prof. Dr. João Francisco da Silva Filho
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Dedico este trabalho a todas as pessoas que contribuíiram direta ou indiretamente com a sua realização.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Ao Prof. Dr. Rafael Jorge Pontes Diógenes , pela excelente orientação.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Dr. João Francisco da Silva Filho e Profª. Dra. Vanessa Lúcia Rodrigues Nogueira pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

À minha família, na pessoa de Faustino Manuel da Silva, Ana Batista da Silva, Ednir Zaías Batista da Silva, Josefa Batista da Silva e Adelina Batista da Silva, pela atenção que disponibilizaram ao longo do meu desenvolvimento pessoal e acadêmico.

Aos meus colegas do curso e a todos os professores que contribuíram no meu processo de desenvolvimento acadêmico.

À minha namorada Binto Mané, pela compreensão e motivação no processo de produção do TCC e em outras esferas da vida.

À Ivanildo Rui Barbosa, pelo apoio ao nível pessoal e acadêmico ao longo dos anos do curso.

À minha querida amiga Siozimila Fernandes Onhinam, pelo apoio, compreensão e companheirismo ao longo dos anos.

Aos meus amigos, na pessoa de Isnaba Wilson Djata, Manuel Caetano da Silva Júnior, Júnior Quintino Quadé, Gilmar Canós Frosé, Marcelo Luis Monteiro, Kennedy Augusto Beer, Mohamed Cabral Baldé, Medna Ndami, Rugana Javier Nbaná, Nayuca Alberto Bampoky e todos outros que esqueci de mencionar.

“Quando o sopro dos diabos fecha a porta,
Deus entreabre as janelas”.

RESUMO

No cenário atual o professor se encontra numa posição que o provoca a participar e acompanhar as transformações que ocorrem na sociedade, o que recai diretamente na sua atuação, neste contexto, uma das propostas que aparecem para melhor adaptação dos professores e das áreas do estudo aos paradigmas atuais, é o conceito de interdisciplinaridade, o que possibilita a criação de conhecimentos intercalados. A interdisciplinaridade contribui para a divulgação da área e no desperto de paixão nas pessoas em relação à Matemática, melhorando as suas mentes no que diz respeito ao desenvolvimento do pensamento crítico e científico. A Matemática foi usada para resolver problemas de outras áreas do conhecimento, fato que possibilitou no desenvolvimento da ciência em geral, desta forma, contribuindo para o avanço e aprimoramento do conhecimento da humanidade, entretanto, no presente trabalho propomos apresentar, relacionar e aplicar os conceitos matemáticos com as ciências biológicas. Abordaremos conceitos da Matemática tais como notação científica, razão, proporção, funções, equações e probabilidade, deste modo, possibilitamos estudar conceitos biológicos como concentração de uma solução, testes renais, decaimento radioativo, soluções iônicas (cálculo do pH e pOH), transmitância, absorbância e absorção molar e genética.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Matemática. Ciências Biológicas.

ABSTRACT

In the current scenario the teacher is in a position which causes to participate and follow the transformations that occur in society, which lies directly in its actions, in this context, one of the proposals that appear to better adaptation of teachers and of areas of study to current paradigms, is the concept of interdisciplinarity, which allows the creation of knowledge interspersed. The interdisciplinarity contributes to the dissemination of the area and in the awake of passion in people in relation to mathematics, improving their minds with respect to the development of critical thinking and scientific. The Math was used to solve problems in other areas of knowledge, a fact that has enabled the development of science in general, in this way, contributing to the advancement and improvement of knowledge of humanity, however, in the present study we present, relate and apply mathematical concepts with the biological sciences. Discuss the concepts of mathematics such as scientific notation, reason, proportion, functions, equations and probability, in this way, divide it in studying biological concepts as concentration of a solution, renal tests, radioactive decay, ionic solutions (calculation of pH and pOH), transmittance, molar absorbance and absorption and genetics.

Keywords: Interdisciplinarity. Mathematics. Biological Sciences.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho, Aplicações da Matemática nas Ciências Biológicas, surge mediante cumprimento de um dos requisitos para obtenção do grau de licenciado pelo curso de ciências da natureza e matemática da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), nele propomos apresentar e relacionar os conceitos matemáticos com as ciências biológicas, aplicar e resolver problemas relacionados a aplicações biológicas, para tal, trabalhamos com vários autores, mas a referência básica será o livro dos autores June M. Campbel e Joe B. Campbel (1986).

No cenário atual o professor se encontra numa posição que o provoca a participar e acompanhar as transformações que ocorrem na sociedade, o que recai diretamente na sua atuação, enquanto ser social, o docente deve estar numa constante busca por atualização, à vista disso, criar uma visão mais crítica do seu entorno, conforme Lima e Ramos (2017, p. 165) "grande desafio da profissão docente hoje é buscar propostas que atendam às necessidades de formação do sujeito do século XXI, tanto no âmbito da formação científica quanto no que diz respeito aos atributos necessários para participar da vida em sociedade". Uma das propostas que aparecem para melhor adaptação das áreas de estudo no paradigma atual, é o conceito de interdisciplinaridade que consiste na criação de conhecimentos intercalados, no sentido de possibilitar aos alunos e ao professor maior bagagem para lidar com as transformações, na opinião de Lima e Ramos (2017, p. 165) [...] associação entre disciplinas, em que a cooperação entre várias disciplinas provoca intercâmbios reais, isto é, exige verdadeira reciprocidade nos intercâmbios e, consequentemente, enriquecimentos mútuos.

A matemática no ponto de vista de muitos é considerada uma das áreas mais difíceis, cabe aos estudiosos tentar criar mecanismos que a faça prevalecer e evoluir junto com as outras áreas, desta forma, cativando o interesse dos alunos, pesquisadores e outros elementos da sociedade. Ou seja,

> [...]a educação matemática deve ajudar a desocultar a presença da matemática na sociedade, em ligação com diferentes áreas de atividade humana, promovendo a formação de cidadãos participativos, críticos e confiantes nos modos como lidam com a matemática para analisar e resolver problemas, raciocinar e comunicar (idem). (VIEIRA, 2013, p. 164)

Essa participação contribui para divulgação da área e contribuir no desperto paixão nas pessoas, melhorando as suas mentes no que diz respeito à um olhar crítico em relação ao pensamento científico, contribuindo para o desenvolvimento do conhecimento da humanidade.

Rocard et al (2007, apud Vieira et al, 2013, p. 163), realça que "[...]uma educação em ciências, tecnologia e matemática capaz de desenvolver ideias e maneiras científicas de pensar e de reforçar a uma cultura baseada em pensamento racional de modo que habilite cada cidadão a viver e trabalhar numa sociedade do conhecimento", entretanto, a matemática, mas alertamos que ela também é uma ferramenta tecnológica, tanto que facilita no desenvolvimento de outras áreas, sabe-se que:

> o desenvolvimento de diferentes campos de conhecimento, tais como a Biologia, a Física e a Química, principalmente a partir da segunda metade do século XIX, estão intimamente relacionados aos seus envolvimentos com a Matemática. Dentro dessas Ciências a Matemática é uma organizadora de dados, um elemento de expressão e de análise dos resultados em pesquisas científicas. (JÚNIOR et al, 200?, p. 1).

O autor esclarece o papel da matemática no desenvolvimento científico e os diferentes modos que ela foi usada para resolver problemas, são fatos que contribuem para relevância do trabalho. Na tentativa de atingir os resultados, dividimos o trabalho em termos de capítulos e as suas respectivas subseções.

O Capítulo 2 foi destinado à apresentação da notação científica e sistema de medida, Resolvemos abordar o assunto, pois é de fundamental importância que o professor saiba como direcionar o tópico de uma forma que o aluno do curso de ciências biológicas comece a criar expectativas a respeito da sua importância, visto que, nos laboratórios geralmente são utilizados grandezas muito pequenas, o que requer maior cuidado no processo de cálculo.

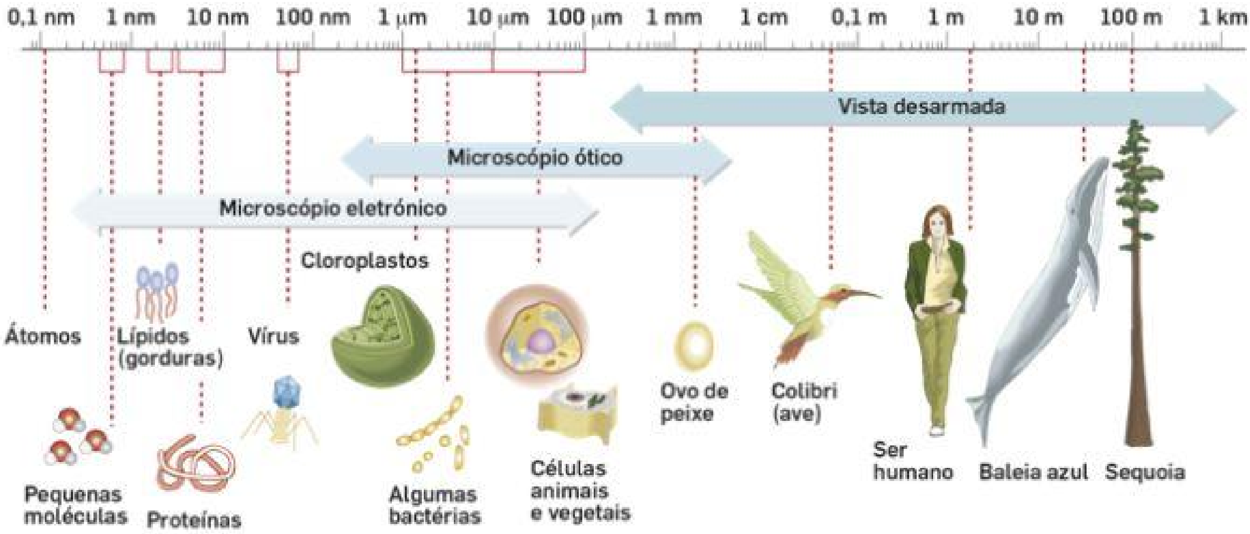
No Capítulo 3 abordamos o estudo da razão e proporção, apresentando pequenas contextualizações ou motivações, sempre que possível, resolvemos exercício que de algum modo tenha relação com o objetivo do trabalho. Mais adiante, aplicamos o conceito no estudo das soluções, onde abordamos os diferentes tipos de concentração e também, aplicamos o mesmo conceito nos testes renais.

O quarto capítulo é referente a funções e equações, trouxemos primeiramente os conceitos de potenciação, radiciação e racionalização, eles serviram de base para melhor entendimento das subseções seguintes. Seguidamente, apresentamos a função exponencial e a sua aplicação no estudo do decaimento radioativo, logaritmo e soluções iônicas concretamente o cálculo do pH e pOH, no final do capítulo discorremos sobre conceito de colorimetria. No quinto e último capítulo abordamos aplicações básicas de probabilidade em genética.

2 NOTAÇÃO CIENTÍFICA E SISTEMA DE MEDIDA

Muitas vezes nos deparamos com fenômenos naturais interessantes do ponto de vista científico e por vezes, ao estudá-los surgem grandezas extremamente grandes ou pequenas em termos numéricos. Considere a figura abaixo:

Figura 1 – Tamanhos das células e seus componentes.



Fonte: Blog alemdasaulas's (2018).

A Figura 1 diz muito sobre a importância do assunto proposto no presente capítulo, por exemplo, a proteína globular[1] tem o tamanho de aproximadamente 5 nm (nanômetro), um tamanho relativamente pequeno e que equivale a $0,000000005$ m, ou seja,

$$5nm = 0,000000005m = 5 \cdot 10^{-9}m$$

.

A última igualdade significa a transformação para notação científica, desta forma, os números muito grandes ou muito pequenos podem ser escritos através de um produto da forma $x \cdot 10^n$, onde $1 \leq |x| < 10$ e $n \in \mathbb{Z}$. Denominamos essa representação de notação científica.

A observação da igualdade acima atenta a duas conclusões: a relevância do uso dos prefixos e da notação científica e também, das suas relações. Posto isso, o presente estudo torna a ser de suma importância no que tange aos domínios científicos, permitindo poupar esforços e diminuir os possíveis erros ao realizar operações básicas.

[1]Elas possuem uma forma globular e têm um maior ou menor grau de solubilidade em solução aquosa, uma das proteínas globulares mais conhecidas é a hemoglobina, podem atuar como enzimas ao catalisarem reações orgânicas, mensageiros e transportadores de outras moléculas e entre outras funções.

Tabela 1 – Potência de 10 com expoentes múltiplo de 3

Múltiplo	Massa	Comprimento	Volume
100	Quilograma (kg)	Quilometro (km)	Quilolitro (kl)
1/10	Decigrama (dg)	Decímetro (dm)	Decilitro (dl)
1/100	Centigrama (cg)	Centímetro (cm)	Centilitro (cl)
1/1000	Miligrama (mg)	Milímetro (mm)	Mililitro (ml)
1/1.000.000	Micrograma (μg)	Micrômetro (μm)	Microlitro (μl)
1/1.000.000.000	Nanograma (ng)	Nanômetro (nm)	Nanolitro (nl)
1/1.000.000.000.000	Picograma (pg)	Picômetro (pm)	Picolitro (pl)

Fonte: Campbell (1941)

Tabela 2 – Prefixos métricos e seus valores

Prefixo	Potência de 10	Símbolo	Decimal
exa	10^{18}	E	$1.000.000.000.000.000.000.000.000,0$
peta	10^{15}	P	$1.000.000.000.000.000,0$
tera	10^{12}	T	$1.000.000.000.000,0$
giga	10^{9}	G	$1.000.000.000,0$
mega	10^{6}	M	$1.000.000,0$
kilo	10^{3}	k	1.000.0
hecto	10^{2}	h	100
deca	10^{1}	da	10
deci	10^{-1}	d	$0,1$
cent	10^{-2}	c	$0,01$
mili	10^{-3}	m	$0,001$
micro	10^{-6}	μ	$0,000001$
nano	10^{-9}	n	$0,000000001$
pico	10^{-12}	p	$0,000000000001$
femto	10^{-15}	f	$0,000000000000001$
atto	10^{-18}	a	$0,000000000000000001$

Fonte: Campbell (1941)

2.1 Sistema métrico

O sistema métrico foi formulado especificamente para ser utilizado com notação decimal e é composto por uma unidade primária para cada propriedade quantitativa e um conjunto de prefixos que multiplicam com as unidades para criar unidades maiores ou menores tendo a mesma propriedade (Tabela 2).

Ainda existem outras unidades de medida algumas destas são designadas para uma necessidade específica, como no caso do Angström, que é igual a aproximadamente 0,1 nanômetro geralmente usado em moléculas e organelas celulares.

Tabela 3 – Propriedades básicas do SI

Propriedade básica	unidade básica	Símbolo da unidade básica
Comprimento	Metro	m
Massa	Quilograma	kg
Tempo	Segundo	s
Corrente elétrica	Ampère	A
Temperatura temodinâmica	Grau Kelvin	K
Intensidade luminosa	Candela	cd
Quantidade de substância	Mol	mol
Quantidade catalítica	Katal	kat

Fonte: Campbell (1941)

Tabela 4 – Unidades derivadas no Sistema SI

Propriedade	Nome da Unidade	Símbolo da unidade
Volume	Métro cúbico	m^3
Quantidade catalítica	Katal	Kat
Concentração catalítica	Katal por litro	Kat/l
Densidade de massa	Quilograma por litro	Kg/l
Concentração enzimática	Unidade de enzima por litro	U/l
Concentração de massa	Quilograma por litro	cd
Molaridade	Mol por quilograma	mol
Taxa média de quantidade catalítica	Katal por segundo	kat/s

Fonte: Autor

2.2 Sistema SI

Inicialmente foi desenvolvido para uso na física, mas também foi recomendado para o uso no laboratório clínico. Ele é organizado em termos de propriedades básicas, que são definidas sem utilizar qualquer outra propriedade quantitativa, cada propriedade básica tem uma unidade relacionada (Tabela 3).

Todas as outras propriedades são chamadas propriedades derivadas. Estas propriedades são descritas através do uso de combinações das propriedades básicas. Por exemplo, o volume (m^3), que é uma propriedade derivada, pode ser definido como comprimento em três dimensões, outra propriedade derivada é a concentração (Tabela 4). Ao do trabalho vão aparecendo aplicações que envolvem as unidades derivadas do SI.

2.3 Conversão de unidades

Ao converter uma unidade em outra deve-se ter em mente um princípio importante, de que as duas unidades devem estar medindo a mesma propriedade. Por exemplo, todas as unidades de comprimento são compatíveis, ou todas as unidades de massa, mas uma unidade de comprimento não é compatível com uma de massa. O método mais fácil para converter medidas de uma unidade para oura é desenvolver um fator de conversão entre as duas unidades em questão. Devemos atender para o seguinte procedimento:

1. O fator de conversão entre duas unidades do sistema métrico pode ser calculado pela manipulação dos expoentes de 10 indicados na Tabela 2.
2. Usar as regras para subtração de números positivos e negativos, subtraia o expoente de unidade existente.

Exemplo 2.1 *Quantos nanômetros uma célula animal de* $50\mu m$ *tem?*
Solução: de acordo com a Tabela (2) o prefixo da unidade é (10^{-6}), e o prefixo da unidade desejada é (10^{-9}), podemos manipular os expoentes da seguinte forma: $-6-(-9) = -6+9 = 3$.
Número dez é elevado à este resultado e utilizado como fator fator de conversão, o que resulta em 10^{-3}.
O fator de conversão será utilizado para obter a conversão do valor para unidade desejada, seguidamente, multiplicamos o valor nas unidades existentes por este fator.

$$50\mu m = 50 \cdot 10^3 = 5,0 \cdot 10^4 nm$$

Exemplo 2.2 *Quantos kilogramas corresponde a massa de uma célula de 1 ng?*
Solução: devemos considerar que o prefixo kilo (unidade desejada) é (10^3) e prefixo nano é (10^-9), depois somamos os expoentes: $-9-(3) = -9-3 = -12$
Número dez é elevado à este resultado e utilizado como fator fator de conversão, o que resulta em 10^{-12}.
Por fim, multiplicamos o fator de conversão pela quantidade da unidade dada.

$$1 \cdot 10^{-12} = 1 \cdot 10^{-12} kg$$

2.4 Conversão para notação científica

Considere as operações que se seguem e delas inferir sobre certos aspectos.

$$\frac{0,0006}{0,000002} = 300$$

e

$$0,0006 \cdot 0,000002 = 0,0000000012$$

Relativamente ao procedimento anterior, percebe-se a dificuldade na utilização de números muito pequeno ou muito grande, o tempo de execução, a precisão e entre muitos outros fatores ligados ao cálculo. Abaixo aparecem as duas operações anteriores, mas desta vez utilizando a notação científica e a partir delas considera-se justificada a importância do uso da notação científica.

$$\frac{6 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-6}} = 3 \cdot 10^2$$

e

$$6.10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 12 \cdot 10^{-10} = 1,2 \cdot 10^{-9}$$

Feitas as constatações, cabe estudar o processo que permite transformar corretamente os números para a notação científica, primeiro, ressaltar que neste sistema são utilizadas as potências de base 10.

Exemplo 2.3 *A massa da terra é de aproximadamente 5.972.200.000.000.000.000.000.000 kg, converte-o para a notação científica.*

Solução: para convertê-lo em notação científica, devemos prosseguir de seguinte modo:

1. Observe que o número é maior que 1, desta forma, deve-se deslocar e contar a vírgula decimal da direita a partir do último dígito e fixa-la apenas quando restar um único dígito a esquerda da vírgula decimal.

$$5,972200000000000000000000$$

2. O número de vezes que a vírgula é deslocada corresponde ao expoente positivo da base 10 que será multiplicado com a mantissa[2].

$$5,9722 \cdot 10^{24} kg$$

Exemplo 2.4 *Considere* $0,000007m$ *como sendo o tamanho do núcleo de uma célula. Converta o valor para a notação científca.*

Solução: temos que prosseguir da seguinte forma:

1. Como o número é menor que 1, para transformá-lo na notação científica, deve-se deslocar e contar a vírgula decimal da esquerda a partir do primeiro zero e fixa-la apenas depois do primeiro digito diferente de zero, obtemos (000007,).
2. O número de vezes que a vírgula é deslocada corresponde ao expoente negativo da base 10 que será multiplicado com a mantissa.

$$7 \cdot 10^{-6}$$

Utilizando a Tabela 2, levando em conta o prefixo do expoente, o tamanho da célula fica $7 \cdot \mu m$.

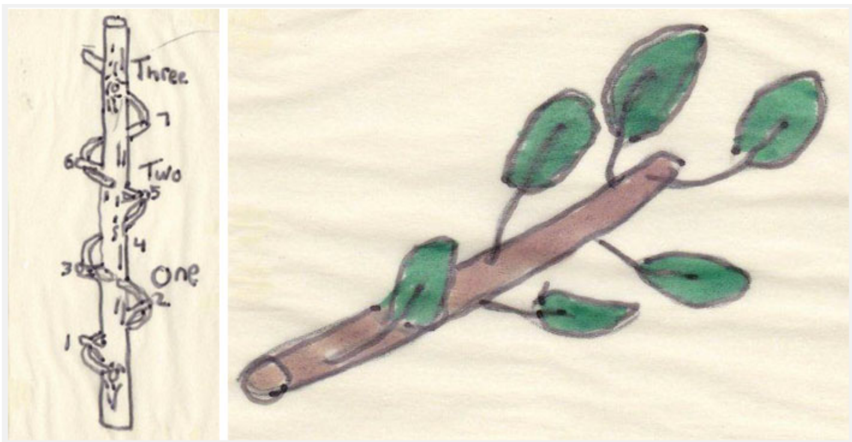
[2]Corresponde ao número antecessor à potência de 10

3 RAZÃO E PROPORÇÃO

No presente tópico do capítulo estamos interessados no estudo de razão e proporção, o que geralmente é empregado quando observamos duas grandezas relacionadas entre si, de modo que, quando uma sofre alguma alteração a outra também varia. Ao longo dos anos diversos estudos comprovam que determinados fenômenos da natureza seguem um padrão, o exemplo pode ser a proporcionalidade de algumas partes do corpo humano, as pétalas de uma flor e ainda outros fenómenos.

O estudante Aidan Dwyer de 13 anos nos Estados Unidos, ao estudar o mecanismo de captação da luz solar das árvores, conseguiu relacioná-lo com a captação de luz por painéis solares, à vista disso, permitindo otimização da energia elétrica gerada por eles. Ele conseguiu descobrir que dependendo da espécie de árvore, a disposição dos galhos seguia um padrão.

Figura 2 – Galhos e o seu padrão de acordo com a espiral.



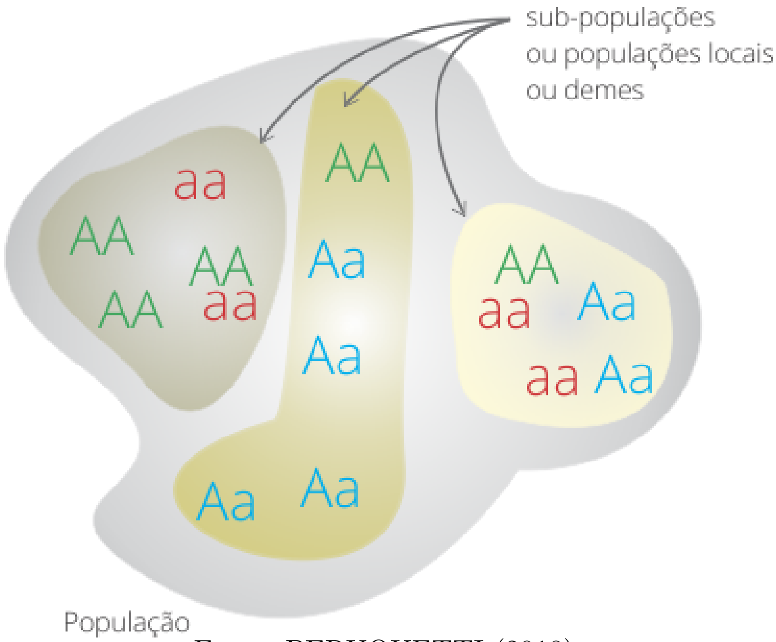
Fonte: XAVIER (2016).

De acordo com a Figura 2 observa-se que o carvalho, por exemplo, apresenta a proporção de 2 : 5, o que significa que, imaginando uma espiral (como a da figura), são necessários 5 galhos para que a espiral dê um número exato de voltas 2. A disposição dos galhos em função da espiral, possibilitou que criasse uma estrutura em forma de árvore com painéis solares nas pontas dos galhos, ao invés de folhas (XAVIER, 2016).

3.1 Razão

A biologia refere à população como sendo um conjunto de todos os seres vivos da mesma espécie que se reproduzem entre si, desta forma, gerando seus descendentes. No estudo da genética de população devemos também considerar a população mendeliana, cujos indivíduos se reproduzem sexuadamente desta forma compartilham o patrimônio genético. Para o estudo de uma população os geneticistas de população usam a frequência como uma forma prática ao invés de fazerem contagens absoluta.

Figura 3 – Conjunto gênico numa população



Fonte: PERUQUETTI (2018).

Por contagem é possível constatar os alelos[3] presente na população. Podemos perceber que existem cinco indivíduos homozigotos[4] (AA), seis heterozigotos[5] (Aa) e quatro homozigotos (aa). Deste modo, o tamanho da população (R) é de 15 indivíduos, entretanto, existem um total de 30 alelos ou 2R. Percebe-se que 16 dos 30 alelos são dominantes (A) e 14 são recessivos (a) (NELSON; MICHAEL, 2014). De uma forma geral, podemos dizer que a razão do número a para o número b (diferente de zero) é o quociente de a por b. Através de notação matemática, razão entre a e b é escrita:

$$\frac{a}{b} \text{ ou } a : b \tag{1}$$

Observe que na Figura 3 é possível considerar a razão entre o número dos indivíduos homozigotos (AA) e o número dos indivíduos da população.

$$\frac{5}{15} = \frac{1}{3} = 0.33$$

O resultado acima pode ser interpretado como se para cada 3 indivíduos da população, 1 deles fosse homozigoto. De modo análogo, é possível considerar a razão entre o número dos indivíduos heterozigoto e o número de indivíduos da população.

$$\frac{6}{15} = \frac{2}{5} = 0.4$$

[3]genes responsável para determinação de caracteríscas biológicas nos seres vivos.
[4]Indivíduos que apresentam genes alelos iguais.
[5]Indivíduos que apresentam genes alelos diferentes.

Os dois resultados obtidos anteriormente representam a razão entre os indivíduos homozigoto ou heterozigoto e o número de todos os indivíduos da população, diz-se de **frequência genotípica**. Entretanto, pode-se querer estabelecer a razão entre o número dos alelos A e de todos os alelos presentes nos indivíduos da população, como 16 dos alelos são A e o número total dos alelos da população é de 30.

$$\frac{16}{30} = \frac{8}{15}$$

O mesmo procedimento para o alelo a resulta em:

$$\frac{14}{30} = \frac{7}{15}$$

Como os resultados acima representam a razão entre o número de alelos A ou a e o número de todos os alelos presentes na população, diz-se que é uma **frequência alélicas**.

Exemplo 3.1 *Determine a razão entre o soro fisológico e soro numa solução feita de utilizando 1ml de soro fisológico e 4ml de soro.*

Solução: considerando que a quantidade do soro fisiológico é 1ml e do soro 4ml. A razão entre eles será:

$$\frac{1}{4}$$

Exemplo 3.2 *Determine a razão entre o soro fisológico e o volume da solução, considerando uma solução que contém 2ml de soro fisológico e 4ml de soro.*

O volume total é igual a soma do volume do soro fisiológico e do soro, ou seja:

$$2ml + 4ml = 6ml$$

Solução Como o volume do soro fisológico é 2ml e utilizando o resultado anterior, entretanto, a razão entre soro fisiológico e volume total será:

$$\frac{2ml}{6ml} = \frac{1}{3}$$

3.2 Proporção

Entende-se de proporção como a igualdade entre as razões, ou seja,

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \tag{2}$$

Também pode ser expressa da seguinte forma.

$$a : b = c : d, \tag{3}$$

com a, b, c e $d \neq 0$
A propriedade fundamental das proporções determina que *o produto dos extremos é igual ao produto dos meios*. Utilizando os termos mencionados em (3), obtemos:

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Leftrightarrow a \cdot d = b \cdot c \tag{4}$$

Termo desconhecido

Vamos conceituar $d = x$ (*um valor desconhecido*) e sendo os valores a, b e c conhecidos. É sempre possível determinar o valor de x, com aplicação da propriedade fundamental das proporções.

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{x} \Rightarrow x = \frac{b \cdot c}{a}$$

Problema 4: Consideremos que para cada 20 dias um biólogo de campo queira coletar 10 espécies de plantas, no final de 150 dias quantas espécies terá coletado?
Solução: deve-se estabelecer a razão entre os 20 dias e as 10 espécies que ele planeja coletar.

$$\frac{20}{10}$$

Seguidamente estabelecer a razão entre o 150 dia e o número de espécie a determinar, que denotamos por x.

$$\frac{150}{x}$$

Por fim, igualar as duas razões obtidas anteriormente e fazer as respectivas manipulações para obtenção do valor de x.

$$\frac{20}{10} = \frac{150}{x} \Rightarrow 20 \cdot x = \ 150 \cdot 10 \Rightarrow x = \frac{150 \cdot 10}{20} \Rightarrow x = 75$$

Resposta: no final de 150 dias o biólogo terá coletado 75 espécies.

3.3 Regra de três simples

A regra de três simples é uma proporção onde se conhece três termos e o quarto é o procurado e pode ser entendido como o cálculo para o termo desconhecido. A regra de três simples pode ser direta ou inversamente proporcional.

Exemplo 3.3 *Em 5 hectares (ha) de um sítio comportam 8.000 pés de café. Quantos hectares seriam necessários para serem plantados 36 000 pés de café?*

Solução: pés de café: Facilmente é possível perceber que se aumentar o n^o de pés de café aumenta-se o número de hectares, ou seja, as duas grandezas aumentaram, daí elas serem diretamente proporcionais.

Hectares (em ha)	Pés de café (em pés)
↑ 5	↑ 8.000
x	36.000

$$\frac{5}{x} = \frac{8.000}{36.000} \Rightarrow 5 \cdot 36.000 = 8.000 \cdot x \Rightarrow x = 22,5ha$$

Logo, serão necessários 22,5 hectares para plantar 36 000 pés de café.

As setas ao lado dos números numa mesma direção dizem que essas duas grandezas são diretamente proporcionais. Não importa se estão para cima ou para baixo, devemos sempre olhar se as duas apontam numa mesma direção.

Problema 6: Um operário recebe R$ 480,00 por 40 dias de trabalho. Quanto receberá se trabalhar 70 dias?

Solução: Facilmente percebe-se que se eu trabalho mais ganho mais, logo as grandezas são diretamente proporcionais.

salário (em R$)	dias
480	40
X ↓	70 ↓

$$\frac{480}{x} = \frac{40}{70} \Rightarrow 40x = 33600 \Rightarrow x = 840.$$

Logo, ele receberá R$ 840,00.

Problema 7: Três torneiras completamente abertas enchem um tanque em uma hora e trinta minutos. Quantas torneiras iguais a essas serão necessárias para encher o mesmo tanque em 54 minutos?

Solução: Observe que se com três torneiras demoro 1:30h, se eu tenho que encher em menos tempo, preciso aumentar o n^o de torneiras. Logo, uma grandeza aumentou e outra diminuiu. Daí elas são inversamente proporcionais.

N^o de torneiras	Tempo gasto (em min)
↑ 3	90
x	54 ↓

$$\frac{3}{x} = \underbrace{\frac{54}{90}}_{\text{i.c.}} \Rightarrow 54x = 270 \Rightarrow x = 5.$$

Resposta: 5 torneiras.

As setas em sentidos contrários dizem que as grandezas são inversamente proporcionais.

Problema 8: Um carro, à velocidade de 60km/h, faz certo percurso em 4 horas. Se a velocidade do carro fosse de 80km/h, em quantas horas seria feito o mesmo percurso?

Solução: Percebe-se que quanto mais rápido ando, mais cedo chego ao meu destino. Logo as grandezas são inversamente proporcionais.

$$\begin{array}{cc} \text{Velocidade (em km/h)} & \text{Tempo gasto (em h)} \\ \downarrow \; 60 & \uparrow \; 4 \\ 80 & x \end{array}$$

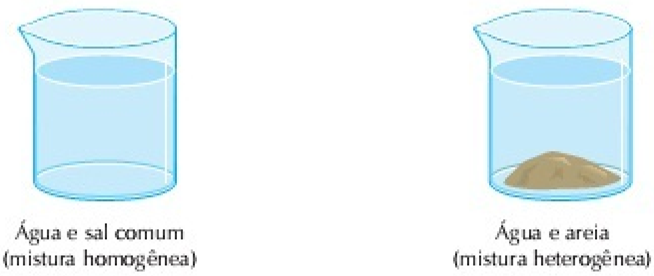
$$\frac{60}{40} = \frac{4}{x} \Rightarrow 60x = 320 \Rightarrow x = 3.$$

Resposta: 3 horas.

3.4 Soluções

A mistura de duas ou mais substâncias pode ser classificada em homogênea ou heterogênea. A mistura homogênea sempre vai apresentar uma fase (monofásica), enquanto que a heterogênea apresentará duas ou mais fases (polifásica).

Figura 4 – Mistura homogênea e heterogênea



Fonte: BLOG DO PROFESSOR VAGNER (2018).

Para o presente estudo usamos com referência básica (Daltamir, 2007). Deteremos ao estudo de sistemas que apresentam continuidade quando observados (homogêneos), assim, apenas as misturas homogêneas serão entendidas como soluções.

É usual pensar que as soluções se tratam apenas de misturas entre substâncias líquidas. Porém, podemos encontrar a dissolução de gás em gás, gás em líquidos, sólido em sólido, e entre outras. Com isso, existem três tipos de soluções, soluções gasosas, líquidas e sólidas, entretanto para entender uma solução, é recomendável ter noção da quantidade das substâncias envolvidas, o componente que está em maior quantidade e que tem capacidade de dissociar os demais, é denominado de **solvente**, enquanto que aquele que está em menor quantidade e que se encontra dissociado é denominado de **soluto**.

3.4.1 Solubilidade

Descreve a quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvido em uma quantidade específica de um solvente. Deve-se considerar que a temperatura influência na solubilidade, deste modo, deve ser especificado durante o experimento.

Exemplo 3.4 *A solubilidade da sacarose a* $0\ ^{\circ}C$ *é de* $180g/100g_{(a)}$ *e a* $30\ ^{\circ}C$ *é de* $220g/100g_{(a)}$ *de água. Se em um recipiente a* $30\ ^{\circ}C$ *houver* $32g$ *de uma solução saturada desse açucar, qual será a massa de sacarose a ser cristalizada caso o recipiente seja resfriado a* $0\ ^{\circ}C$*?*

Solução: primeiramente, precisa-se determinar qual será a solubilidade dos 32g da sacarose a 30 °C no recipiente e lembrar que aos 30 °C ela tem solubilidade de 220 g/100$g_{(a)}$. Para isso, deve-se utilizar a regra de três simples.

$$\begin{array}{cc} \text{Massa da sacarose (g)} & \text{Massa da água } (g_{(a)}) \\ \uparrow\ 220 & \uparrow\ 100 \\ 30 & x \end{array}$$

$$\frac{220}{30} = \frac{100}{x} \Rightarrow 220x = 3.000 \Rightarrow x = 13,6g_{(a)}$$

De acordo com o problema, depois de a sacarose ser resfriada a 0 °C a sua solubilidade passa a ser de 180g/100$g_{(a)}$, note que o valor obtido anteriormente corresponde à massa da água a qual a sacarose estará. Entretanto, para determinar a massa de sacarose devemos aplicar novamente a regra de três simples.

$$\begin{array}{cc} \text{Massa da sacarose (g)} & \text{Massa da água } (g_{(a)}) \\ \uparrow\ 180 & \uparrow\ 100 \\ x & 13,6 \end{array}$$

$$\frac{180}{x} = \frac{100}{13,6} \Rightarrow 100 \cdot x = 2.448 \Rightarrow x = 24,5g$$

Resposta: caso o recipiente seja resfriado a 0 °C, a massa cristalizada de sacarose será de 24,5g.

3.4.2 Fração molar

Numa solução, a quantidade de cada componente pode ser expressa em mols[6], a fração molar ou concentração molar (X_A) é a razão entre o número de mols do componente desejado (n_A) e da soma de todos os mols componentes ($n_A + n_B + n_C + ... + n_I$) da solução, ou seja:

[6]Se refere a um amontoado de partículas que correspondem à 6,02 x 10^{23}. Desta forma, quando se fala de 1 mol de moléculas, significa 6,02 x 10^{23} moléculas da mesma.

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C + ...n_I} \tag{5}$$

Exemplo 3.5 *Determine a fração em mol de uma solução aquosa de glicose preparada a partir de 100 g de glicose e 900 g de água.*

Solução: inicialmente deve-se determinar o número de mol de água (solvente), sabe-se que 1mol de água corresponde ao seu peso molecular que é de 18g, como isso, considerar que a solução tem 900g de água.

$$\begin{array}{cc} \text{Mol da água (mols)} & \text{Massa da água (g)} \\ \uparrow\ 1 & \uparrow\ 18 \\ \mid\ n_A & \mid\ 900 \end{array}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{18}{900} \Rightarrow 18 \cdot n_A = 900 \Rightarrow n_A = 50mols$$

O peso molecular de glicose é de 180g/mol, sendo que a solução tem número de mol de glicose (soluto) dos 100g será:

$$\begin{array}{cc} \text{Mol da água (mols)} & \text{Massa da água (g)} \\ \uparrow\ 1 & \uparrow\ 180 \\ \mid\ x & \mid\ 100 \end{array}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{180}{100} \Rightarrow 100 \cdot x = 900 \Rightarrow x = 0,56mols$$

Somando os resultados obtidos ateriormente obtém-se o número de mols da solução.

$$n_A + n_B = 50mol + 0,56mol = 50,56mol$$

.

Sabendo que o número de mols de glicose na solução é de 0,56mol e que a solução tem 50,56mol, substituindo estes valores na equação (5) tem-se:

$$x_A = \frac{0,56mol}{50,56mol} = 0,011$$

.

Resposta: a fração em mol de uma solução aquosa de glicose preparada a partir de 100g de glicose e 900g de água é de 0,011.

Exemplo 3.6 *Determine a fração em mols do soluto em uma solução preparada por meio da mistura de 4 mols de sacarose e 96 mols de água.*

Solução: deve-se considerar a sacarose como soluto (está em menor quantidade) e água como solvente (está em maior quantidade). A soma dos seus números de mols determina o número de mols da solução, ou seja:

$$n_A + n_B = 4mols + 96mols = 100mols$$

Já que se pretende determinar a fração molar de sacarose na solução, basta aplicar o número de mols da mesma e o número de mols da solução em equação (5).

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} = \frac{4mols}{100mols} = 0,04$$

Resposta: a fração em mols de sacarose na solução preparada por meio da mistura de 4 mols de sacarose e 96 mols de água é de 0,04.

3.4.3 Porcentagem em massa

Muita das vezes é relevante considerar o percentual da massa de um determinado componente na solução ($\%m_s$), o que é compreendido como sendo a razão entre a massa do soluto (m_s) e a massa da solução (m_S), multiplicada por 100%.

$$\%m_s = \frac{m_{soluto}}{m_{solvucao}} \cdot 100\% \tag{6}$$

Em que:

$$m_{solucao} = m_{soluto} + m_{solvente}$$

Exemplo 3.7 *Uma solução aquosa de hidroxido de sódio, contém 15% em massa do soluto. Qual é a fração em mol desse soluto nessa solução. Considere a massa molar do hidróxido de sódio é 40 g·mol^{-1}.*

Solução: o enunciado diz que a porcentagem da massa do soluto é de 15% da massa da solução, sendo o solvente água, a sua massa é de 18g. Aplicando estas informações na equação (6), obtém-se:

$$15\% = \frac{m_{soluto}}{m_{soluto} + 18g} \cdot 100\% \Rightarrow m_{soluto} = 3,18g$$

Para determinar o número de mol de hidróxido de sódio, considera-se o seu peso molecular de 40g/mol com os 3,18g presentes na solução. Aplicando a regra de três simples, obtém-se:

$$\begin{array}{cc} \text{Mol de hidróxido de sódio (mols)} & \text{Massa de hidróxido de sódio (g)} \\ 1 & 40 \\ x & 3,18 \end{array}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{40}{3,18} \Rightarrow 40 \cdot x = 3,18 \Rightarrow x = 0,079mols$$

Resposta: a fração em mol do hidróxido de sódio numa solução aquosa que contém 15% em massa do soluto é de 0,079mols.

Exemplo 3.8 *A solução aquosa de sulfato de cobre, a 1% em massa, é aplicada no controle fitossanitário*[7] *das plantas atacadas por determinados fungos. Qual é a massa de solufato de cobre, em gramas, necessárias para preparar 20g dessa solução?*

Solução: para determinar a massa do soluto, basta aplicar o percentual dado no enunciado (1%) e a massa da solução (20g) na equação (6).

$$1\% = \frac{m_{soluto}}{20g} \cdot 100\% \rightarrow m_{soluto} = 0,2g$$

Resposta: a massa de solufato de cobre na solução é de 0,2g.

3.4.4 Concentração em massa de soluto por volume de solução

Ela relaciona a massa do soluto presente na solução (m_s) e o volume da solução (v_S).

$$C = \frac{m_s}{v_S} \tag{7}$$

Exemplo 3.9 *De acordo com alguns órgãos ambienrais, o limite máximo de óleo na água*[8] *é 30 mgL. Com base nesse dado, quantos gramas de óleo poderão estar presentes em 1000L de água, no máximo, sem comprometer o ecossistema?*

Solução: O enuciado diz que o limite máximo de óleo na água é 30 mgL^{-1}, portanto deve-se converter mg para g.

Massa de óleo (mg)	Massa de óleo (g)
↑ 1000	↑ 1
30	x

$$\frac{1000}{300} = \frac{1}{x} \Rightarrow x = 3 \cdot 10^{-2}g$$

A concentração será 3 $\cdot 10^{-2}$g/L. Considerando $3 \cdot 10^{-2}g$ e substituindo os respetivos valoes na equação (7), obtém-se:

$$3 \cdot 10^{-2}gL^{-1} = \frac{m_s}{10^3L} \Rightarrow m_s = 3 \cdot 10^{-2}gL^{-1} \cdot 10^3L = 30g$$

Resposta: Podem estar presente no máximo 30g de óleo em 1000L de água, sem que

[7]Técnica empregada na agricultura a fim de se evitar a propagação de pragas e doenças, especialmente exóticas.

[8]O derramamento de óleo nos cursos de água forma uma película de partícula que dificulta a absorção de oxigênio, o que provoca a destruição de algas e plânctons, prejudicando a alimentação dos peixes.

comprometa o ecossistema.

3.4.5 Concentração em quantidade de matéria

A razão entre o número de mols do soluto (n_s) e o volume da solução (v_S) é denominada de concentração em quantidade de matéria (M). Conhecendo a substância, é possível detarminar o número de mols, pois 1 mol de uma determinada substância é igual a soma massa da molar.

$$M = \frac{n_s}{v_S(L)} \tag{8}$$

Exemplo 3.10 *Como se deve proceder para transformar 1 L de uma solução de 2 mol · L^{-1} de $NaNO_3$ em uma solução 0,3 mol · L^{-1}?*

Solução: consiste em considerar duas situações, a primeira se refere à solução 2 mol · L^{-1} de $NaNO_3$ e a segunda sobre a solução desejada.

Solução 2 mol · L^{-1} de $NaNO_3$: tem-se 1L de uma solução com concentração de 2 mol · L^{-1}. Substituindo os valores na equação (8) e isolando o número de mols do soluto, fica:

$$M = \frac{n_s}{v_S(L)} = 2mols \cdot L^{-1} = \frac{n_s}{1L} \Rightarrow n_s = 2mols$$

Solução desejada: deseja-se obter uma nova que tenha concentração de 0,3 mol · L^{-1}. Substituindo o valor novamente na equação (8) e isolando o número de mols do soluto, fica:

$$M = \frac{n_s}{v_S(L)} = 0,3mols \cdot L^{-1} = \frac{n_s}{v_S} \Rightarrow n_s = 0,3mols \cdot L^{-1} \cdot v_S$$

Como o número de mols do soluto permanece igual, desta forma, pode-se igual as duas equações.

$$2mols = 0,3mols \cdot L^{-1} \cdot v_S \Rightarrow v_S = \frac{2mols}{0,3mols \cdot L^{-1}} = 6,67L$$

Como a solução inicial já era de 1L, isso significa que o valor a acrescentado será:

$$6,67L - 1L = 5,67L$$

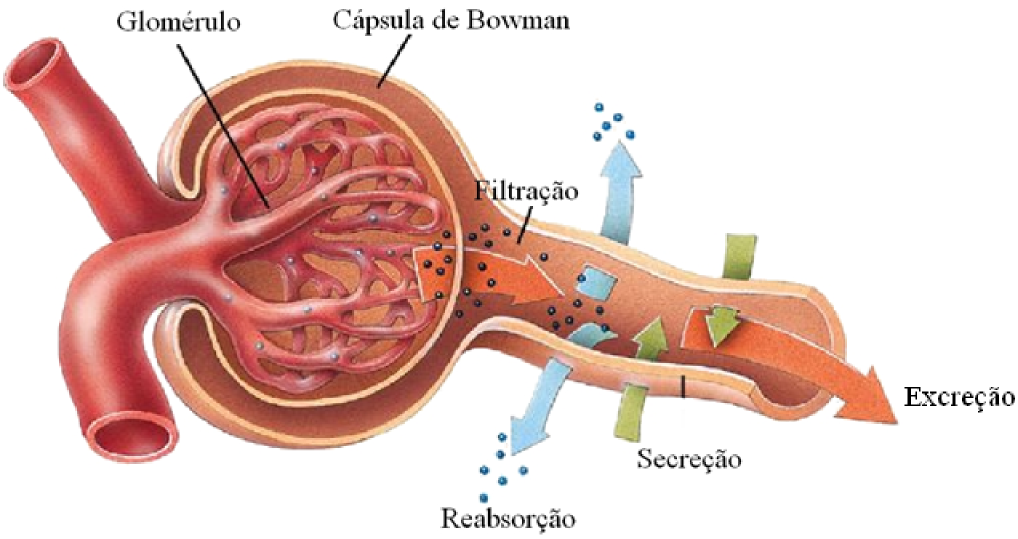
Resposta: foi acrescentado 5,67L de solvente à solução de 2 mols·L^{-1} de $NaNO_3$ para poder obter uma de 0,3 mol·L^{-1}.

3.5 Testes renais

A determinação do ritmo de filtração glomerular possibilita a avaliação da função renal, entretanto, no laboratório clínico o teste utilizado com maior frequência é a dosagem da creatinina sérica. A avaliação da função renal é importante para fazer o diagnóstico, proceder ao tratamento de doenças renais, administrar doses adequadas de medicações, definir prognóstico e entre outras aplicações (KIRSZTAJN, 2007).

Os cálculos apresentados no presente tópico se baseou no livro (Campbel; Campbel, 1986). A Clearence de uma substância é a quantidade de plasma sanguíneo que é purificado de uma substância (mililitros por minutos). Uma substância antes de ser excretada passa por um processo de filtração no néfron, onde poderá ser reabsorvida ou secretada.

Figura 5 – Filtração glomerular



Fonte: Google (2018).

Se uma substância não é secretada e nem reabsorvida, implica que toda carga filtrada será excretada. o que permite ter a seguinte igualdade:

$$\frac{C}{V} = \frac{U}{P} \tag{9}$$

A igualdade proporcional (9) estabelece que a razão entre o clearence plasmático em mililitros por minuto (C) e o volume de urina em mililitros por minuto (V), é igual a razão entre a concentração na substância na urina (U) e a concentração da substância no plasma ou no sangue (P). Como estamos interessados em determinar o clearence, a fórmula fica:

$$C = \frac{U}{P} \cdot V \tag{10}$$

Considerando o fato de que a creatinina deriva dos musculos do indivíduo, a fórmula anterior fica limitada, à vista disso, precisamos compensar as variações na área de superfície corpórea do indivíduo, a fórmula fica:

$$C = \frac{U}{P} \cdot V \cdot \frac{1,73}{A} \tag{11}$$

Segundo (KIRSZTAJN, 2007) a equação 11 estima a depuração de creatinina e a superfície corporal de 1,73m^2 corrige o resultado obtido. Para obter a área da superfície corpórea, devemos utilizar a seguinte relação:

$$logA = (0,45 \cdot \log P) + (0,725 \cdot \log H) - 2,144 \tag{12}$$

A equação (11) funciona para substâncias que não são reabsorvidas pelo organismo, ou a sua taxa de excressão aproxima dos 100% em relação ao que está presente no organismo. Como o rim tende a reabsover alguma uréia filtrada pelos glomérulos, devemos fazer ajustes na equação (10), resultando em:

$$C = \frac{U}{P} \cdot \sqrt{V} \tag{13}$$

A raiz quadrada do volume da urina é usada como forma de compensar a reabsorção de uréia pelos túbulos renais.

$$C = \frac{U}{P} \cdot \sqrt{V} \cdot \frac{1,73}{A} \tag{14}$$

Exemplo 3.11 *Dado do paciente: Altura 1,82m, peso 65kg;volume de urina de 400ml/4h, uréia urinária, 400mg/dl, uréia sanguínea, 20mg/dl. Dê o clearance em mililitros por minuto.*
Solução: Primeiramente é preciso determinar a superfície corpórea do paciente utilizando a equação (12).

$$logA = (0,45 \cdot \log 65) + (0,725 \cdot \log 182) - 2,144$$

$$logA = (0,45 \cdot 1,813) + (0,725 \cdot 2,260) - 2,144$$

$$logA = 0,816 + 1,639 - 2,144 = 0,311$$

$$A = 2,046$$

O valor de A deve ser aplicado na equação (14), mas antes deve ser feita conversão de ml/h para ml/min

$$\begin{array}{ll} \text{tempo (h)} & \text{Tempo (min)} \\ \uparrow\ 60 & \uparrow\ 1 \\ \ x & \ 4 \end{array}$$

$$\frac{60}{x} = \frac{1}{4} \Rightarrow x = 240min$$

Desta forma,

$$400ml/240min = 400ml/240min = 1,66ml/min$$

Aplicando os respectivos valores em (14).

$$C = \frac{400mg/dl}{20mg/dl} \cdot \sqrt{1,66} \cdot \frac{1,73}{2,1}$$

$$C = 20 \cdot 1,29 \cdot 0,83 = 21,4ml/min$$

Resposta: o clearance em mililitros por minuto é de 21,4ml/min.

Exemplo 3.12 *Uma amostra de 24h com um volume total de 1500ml contém 100mg/100ml de creatinina. Quanta creatinina é excretada em gramas por dia para este indivíduo?*

Solução: para determinação de creatinina excretada deve-se utilizar a igualdade proporcional expressa na equação (9).

$$\frac{C}{V} = \frac{U}{P} \Rightarrow \frac{C}{1500ml} = \frac{100mg}{100ml} = 1500mg/dia$$

Deve ser feita conversão de mg para g.

$$\begin{array}{ll} \text{massa(mg)} & \text{massa (g)} \\ \uparrow\ 1500 & \uparrow\ x \\ \ 1000 & \ 1 \end{array}$$

$$\frac{1500}{1000} = \frac{x}{1} \Rightarrow x = 1,5g$$

Portanto,

$$1500mg/dia = 1,5g/dia$$

Resposta: é excretada 1,5g/dia de creatinina para este indivíduo.

Exemplo 3.13 *A seguinte informação está disponível para um teste de clearance de creatinina, creatinina sérica, 40mg/dl; creatinina urinária, 2400mg/1300ml (amostra 24h). O paciente tem 1,70m de altura e pesa 56kg. Relate:*

a) Superfície corpórea do paciente.

b) Clearance de uréia em mililitros por minuto, não corrigido para a superfície corpórea.

c) Clearance de uréia em mililitros por minuto, corrigido para a superfície corpórea.

a) **Solução**: para solução do respectivo item, precisamos primeiramente converter os 1,70m para cm, o que equivale à 170cm. Por fim, aplicar os valores na equação (12)

$$logA = (0,425 \cdot \log 56) + (0,725 \cdot \log 170) - 2,144$$

$$logA = (0,425 \cdot 1,748) + (0,725 \cdot 2,231) - 2,144$$

$$logA = 0,743 + 1,617 - 2,144 = 0,311$$

$$logA = 0,216$$

$$A = 1,64m^2$$

.

Resposta: O indivíduo tem uma superfície corpórea de 1,64m^2.

b) **Solução**: para solução do respectivo item, precisamos considerar que o volume de urina coletado ao logo do dia é de 1300ml/24h. Desta forma, o valor precisa ser convertido para ml/min, o que resulta em:

$$1300ml/dia = 1300/1440min = 0,91ml/min$$

Seguidamente, precisamos ajustar as unidades da concentração de creatina sérica e da urinária. Para isso, vamos converter 40mg/dl para 40g/ml

$$\begin{array}{cc} \text{Volume(dl)} & \text{volume (ml)} \\ \uparrow\ 100 & \uparrow\ 1 \\ 40 & x \end{array}$$

$$\frac{100}{40} = \frac{1}{x} \Rightarrow 2,5 \cdot x = 1 \Rightarrow x = 0,4ml$$

Ao aplicarmos os valores na equação (13) , obtemos:

$$C = \frac{2400mg/1300ml}{0,4mg/ml} \cdot \sqrt{0,91} = 4,2ml/min$$

Resposta: Clearance de uréia não corrigido para a superfície corpórea é de 4,2ml/min.

c) Sol: Devemos utilizar a equação (14) para corrigir os eeitos da superfície corpórea.

$$C = \frac{2400mg/1300ml}{0,4mg/ml} \cdot \sqrt{0,91} \cdot \frac{1,73}{1,64} = 4,61ml/min$$

4 FUNÇÕES E EQUAÇÕES

4.1 Potenciação, radiciação e racionalização

Potenciação: Sejam $n \in \mathbb{N}$, onde $n \geq 1$ e $a \in \mathbb{R}$,

$$a^n = a \cdot a \cdot a \cdots a_n = b$$

é o produto de a por si mesmo n vezes, onde n é o expoente, a é a base e b é o resultado.

Potência com expoente par.

Exemplo 4.1 *1.* $3^2 = 3 \cdot 3 = 9$

2. $(-3)^2 = (-3) \cdot (-3) = 9$

Observação 4.1 *Note que quando o expoente é par a potência sempre é maior ou igual a zero.*

Potência com expoente impar.

Exemplo 4.2 *(1)* $2^3 = 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$

(2) $(-2)^3 = (-2) \cdot (-2) \cdot (-2) = -8$

Observação 4.2 *Note que quando o exponte é impar a potência tem o mesmo sinal da base.*

Vejamos algumas propriedades das potências

Proposição 4.1 (Propriedades das potências) *Sejam a e b números reais. Então:*

1. $a^n \cdot a^m = a^{m+n}$
2. $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$, $(a^0 = 1,$ *se* $a \neq 0$ *e* $a^{-n} = \frac{1}{a^n})$
3. $(a^n)^m = a^{n \cdot m}$
4. $\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$
5. $(a \cdot b)^n = a^n \cdot b^n$

Radiciação: Se $a^n = b$, então $a = \sqrt[n]{b}$, é a operação inversa da potenciação, onde, b é chamado de radicando, n é o indice da raiz e $\sqrt{\cdot}$ é o radical.

Vejamos algumas propriedades da radiciação

Proposição 4.2 (Propriedades da radiciação) *Sejam a e b números reais. Então:*

1. $\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{a \cdot b}$
2. $\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$
3. $(\sqrt[n]{a})^m = \sqrt[n]{a^m}$
4. $\sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[n \cdot m]{a}$

Observação 4.3 *Raiz de índice par: para extrair uma raiz de indice par é necessário que o radicando seja maior ou igual a zero.*

Exemplo 4.3 *1.* $\sqrt[4]{16} = 2$

2. $\sqrt[4]{-16}$ *(não existe)*

3. $\sqrt{81} = 9$

4. $\sqrt{-9}$ *(não existe)*

Raiz de índice impar: Sem restrição.

Vejamos algumas propriedades que envolve Potenciação e Radiciação

Proposição 4.3 *Sejam a e b números reais. Então:*

1. $a^{\frac{m}{n}} = b \Leftrightarrow \sqrt[n]{a^m} = b$, *para todo* $m \in Z$ *e* $n \geq 2$.

2. $(\sqrt[n]{a})^m = \sqrt[n]{a^m}$

$$(\sqrt[3]{2})^4 = \sqrt[3]{2^4} = \sqrt[3]{2^3 \cdot 2} = 2\sqrt[3]{2}.$$

Racionalização: Vamos relembrar como se faz uma racionalização. Racionalização é tornar um denomidador de uma fração um número racional. Temos dois casos.

✓ Denominador é um radical

$$\frac{a}{\sqrt[n]{b}} = \frac{a}{\sqrt[n]{b}} \cdot \frac{\sqrt[n]{b^{n-1}}}{\sqrt[n]{b^{n-1}}} = \frac{a\sqrt[n]{b^{n-1}}}{b}.$$

1. $\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$.
2. $\frac{3}{\sqrt[3]{2}} = \frac{3}{\sqrt[3]{2}} \cdot \frac{\sqrt[3]{2^2}}{\sqrt[3]{2^2}} = \frac{3\sqrt{4}}{2}$.

✓ Denominador é da forma $a \pm \sqrt{b}$.

Vamos usar o fato de $a + \sqrt{b}$ e $a - \sqrt{b}$ serem conjugados um do outro. Daremos exemplos com números para melhor entendimento.

Exemplo 4.4 *resolva*

1. $\frac{1}{\sqrt{2}+1} = \frac{1}{\sqrt{2}+1} \cdot \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}-1} = \frac{\sqrt{2}-1}{2-1} = \sqrt{2} - 1$.
2. $\frac{3}{6-2\sqrt{6}} = \frac{3}{6-2\sqrt{6}} \cdot \frac{6+2\sqrt{6}}{6+2\sqrt{6}} = \frac{3(6+2\sqrt{6})}{36-24} = \frac{18+6\sqrt{6}}{12} = \frac{6(3+\sqrt{6})}{12} = \frac{3+\sqrt{6}}{2}$.

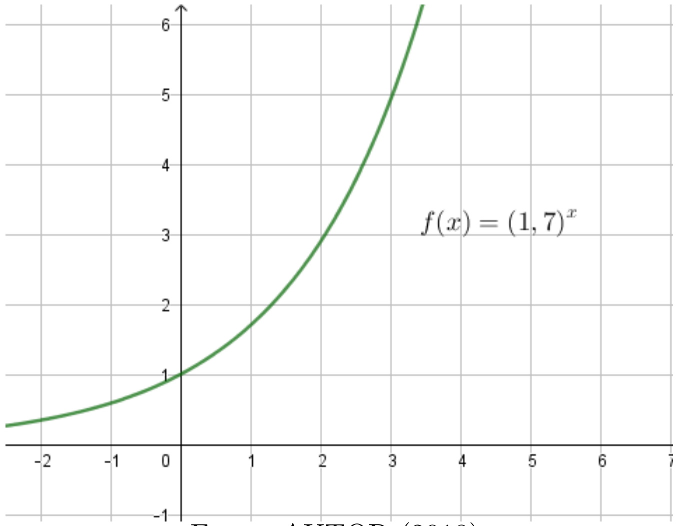
4.2 Função Exponencial

Chama-se função exponencial qualquer função $f : \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ dada por

$$f(x) = a^x$$

onde $a \in \mathbb{R}, a > 0$ e $a \neq 1$.
Observe o comportamento do gráfico abaixo de uma função exponencial, com $a > 1$ e para todo $x \in \mathbb{R}$.

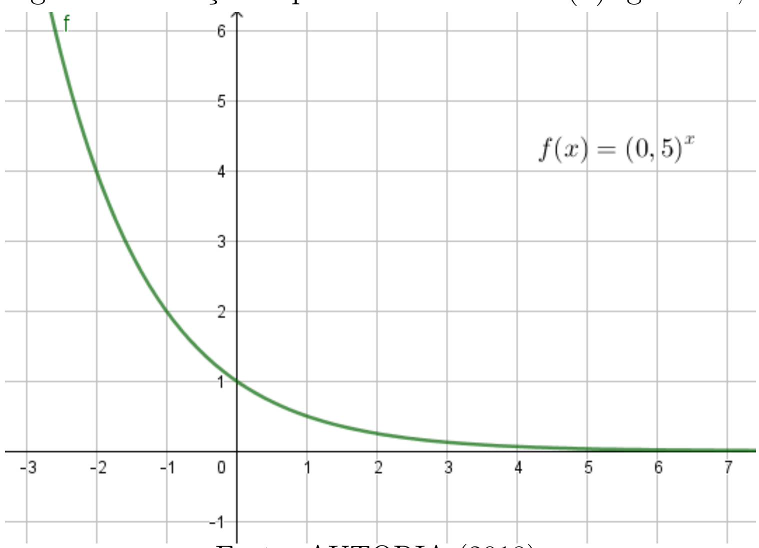
Figura 6 – Função exponencial com base (a) igual a 1,7



Fonte: AUTOR (2018).

Podemos perceber novamente o comportamento do gráfico abaixo de uma função exponencial, com $0 < a < 1$ e para todo $x \in \mathbb{R}$. Em ambos os casos percebemos que o gráfico

Figura 7 – Função exponencial com base (a) igual a 0,5



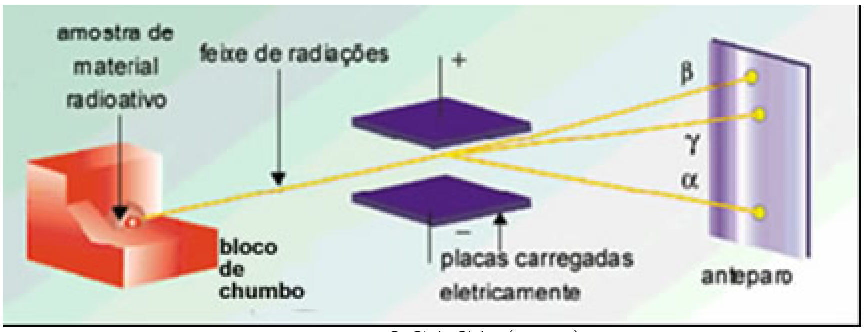
Fonte: AUTORIA (2018).

intercepta o eixo das ordenadas para o valor de $f(0) = 1$. Fato que nos alerta que uma função exponecial nunca deve ser interceptar o gráfico na origem.
Exemplo 4.5 *O número de bactérias em um meio duplica de hora em hora. Se, inicialmente, existem 8 bactérias no meio, ao fim de 10 horas o número de bactérias será:*

4.2.1 Decaimento radioativo

Um grupo de partículas são emitidos pelo núcleo de um átomo com excesso de energia, estas partículas geralmente são radiação beta (β), alfa (α) ou radiações eletromagnéticas (γ). Quando um elemento químico emite estas partículas, o processo é chamado de *decaimento radioativo*.

Figura 8 – Desvio das radiações (β, α e γ) em um campo magnético



Fonte: FOGAÇA (2018).

A emissão de cada uma dessas partículas provoca uma variação do número de prótons e neutróns no núcleo. Desta forma, ao considerarmos uma grande quantidade de um átomo de um determinado elemento químico radioativo, percebemos variação da sua concentração (N) por uniddade de tempo.

$$\frac{dN}{dt}$$

Como a taxa de variação irá provocar diminuição no número de concentração inicial (N) do elemento

$$\frac{dN}{dt} \infty N$$

Devemos colocar o sinal negativo no lado direito indicando que a concentração (N) decresce com o tempo. Entretanto, para poder estabelecer a igualdade na equação acima, precisamos multiplicar o lado direito da equação por uma constante probabilística (λ) que determina a probabilidade por unidade de tempo do decaimento do núcleo de um determinado composto radioativo.

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda \cdot N \tag{15}$$

Podemos recorrer à integração da equação (15) como intuíto de determinar a concentração (N) para um determinado tempo ao longo do processo de decaimento radioativo.

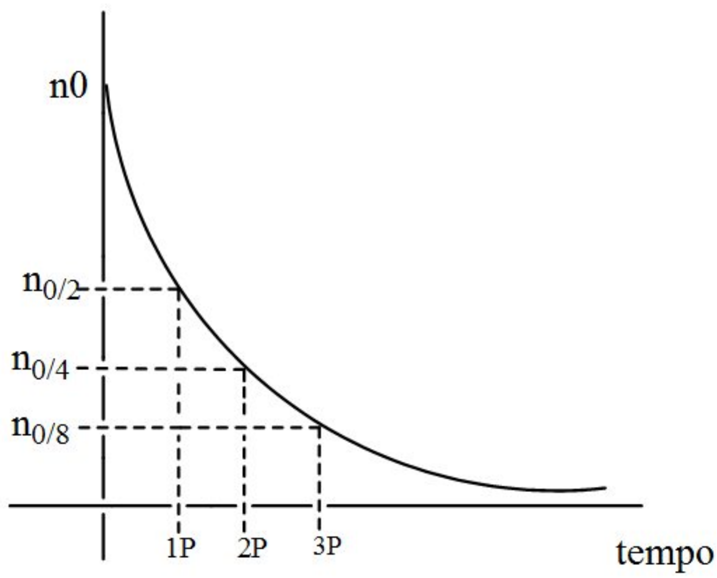
$$\frac{dN}{N} = -\lambda \cdot dt \Rightarrow \int \frac{dN}{N} = -\int \lambda \cdot dt$$

Agora podemos prosseguir com o processo de integração nos dois lados da igualdade. Obtemos:

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \tag{16}$$

O gráfico abaixo representa o comportamento da equação (16) para uma determinada concentração de um elemento específico.

Figura 9 – Número de átomos não desintegrados em função do tempo



Fonte: NETO (2008).

Dizemos meia-vida o intervalo de tempo necessário para que a atividade radioativa seja reduzida à metade da atividade inicial.

Exemplo 4.6 *Se um isótopo tiver meia-vida medida em unidade de tempo (que pode ser em segundos, minutos, horas, dias ou anos) t, então depois de t unidades de tempo, o número de isótopo é*

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

Exemplo 4.7 *O decaimento radioativo do Iodo 131 é descrito pela função*

$$N(t) = N_0 \cdot 2^{-\lambda \cdot t} \tag{17}$$

Em que N_0 é a concentração inicial do elemento, t é o tempo transcorrido (em dias) desde que foi medida a concentração, λ é uma constante real positiva. Responda às perguntas

abaixo, sabendo que meia-vida do Iodo é de 8 dias, ou seja, que a concentração desse isótopo em uma amostra cai pela metade em 8 dias.
(a) Em uma medição feita hoje, uma amostra de água contaminada apresentou 50 pCi/L de Iodo 131 (Picocurie por litro, ou pCi/L, é uma unidade de concentração radioativa). Escreva a função que fornece a concentração de Iodo em função de t, o tempo (em dias) contando a partir da data em que a concentração foi medida.
(b) Trace o gráfico da concentração de Iodo 131 nessa amostra de água para um período de 40 dias, contados a partir de hoje.
(c) Com base em seu gráfico, determine aproximadamente daqui a quantos dias a água conterá uma concentração de Iodo 131 menor ou igual a 3 pCi/L, que é o limie recomendado para o consumo humano.

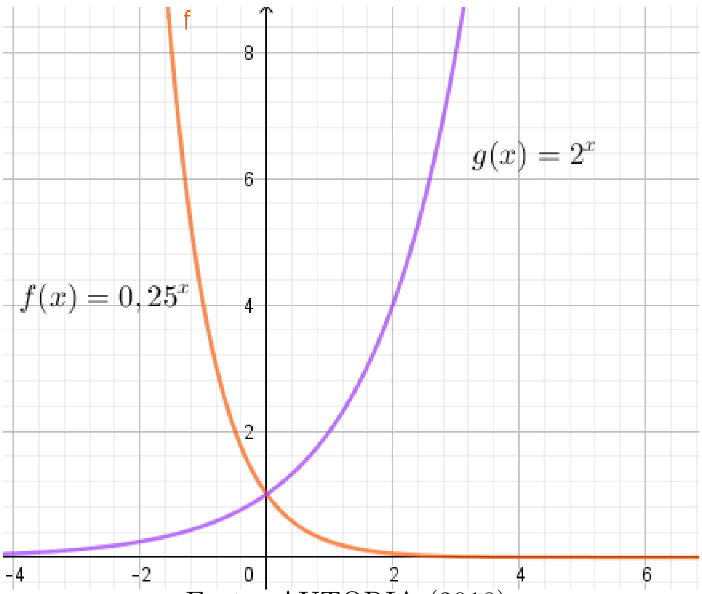
4.2.2 Equação exponencial

Uma equação exponencial é aquela que apresenta a incógnita no expoente de pelo menos uma potência.

$$0,25^x = 2^x$$

A solução o problema consiste na determinação do(s) ponto(s) onde o gráfico duas equações se interceptam, observe na figura abaixo.

Figura 10 – Representação da euqação exponencial por meio de interseção de duas funções



Fonte: AUTORIA (2018).

No gráfico percebemos claramente que o ponto de intercepção é 1, ou seja.

$$0,25^{(0)} = 2^{(0)} \Rightarrow 1 = 1$$

Um método usado para resolver equações exponenciais consiste em reduzir ambos os membros da equação a potências de mesma base a $(0 < a \neq 1)$, daí aplicar a propriedade.

$$a^{x_1} = a^{x_2} \Rightarrow x_1 = x_2$$

Exemplo 4.8 *Sob certas condições, o número de bactérias B de uma cultura, em função do tempo t, medido em horas, é dado por*

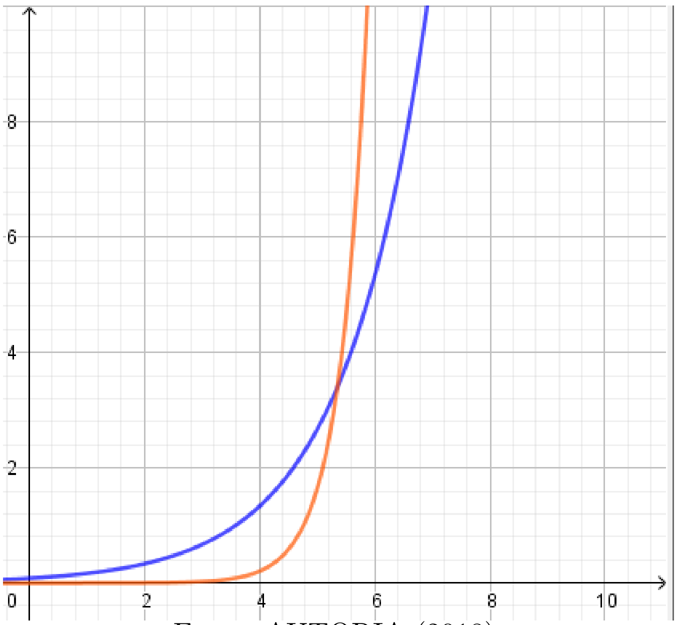
$$2^{\frac{t}{12}}$$

Nas mesmas condições o número de bactéria de uma cultura A é dado por

$$8^{\frac{t}{20000}}$$

Em que instante teremos o mesmo número de bactérias nas duas culturas?

Figura 11 – Interseção de duas culturas de bactérias representando a solução de uma função exponencial



Fonte: AUTORIA (2018).

Solucção: devemos igualar as duas funções que representam o crescimento das duas culturas, o que resulta:

$$2^{\frac{t}{12}} = 8^{\frac{t}{20000}} = 2^{\frac{3t}{20000}}$$

$$\Rightarrow \frac{t}{12} = \frac{3t}{20000} \Rightarrow$$

4.3 Logaritmo

Sejam $a, b \in R$, com $a \neq 1$, chama-se logarítmo de b na base a

$$\log_a b = x \Rightarrow a^x = b. \tag{18}$$

1. a é a base do logarítmo;
2. b é o logaritmando;
3. x é o logarítmo.

Exemplo 4.9 *Calcule* $\log_3 \frac{1}{9} = x$

Solução: $\log_3 \frac{1}{9} = x \Leftrightarrow 3^x = \frac{1}{9} \Leftrightarrow 3^x = 9^{-1} = 3^{-2} \Rightarrow x = -2$.

Ou seja, $\log_3 \frac{1}{9} = -2$

Consequências imediatas:

1. $\log_a 1 = 0$,$\forall a \in R_+^*$ e $a \neq 1$. Pois $a^0 = 1$.
2. $\log_a a = 1$, pois $a^1 = a$.
3. $a^{\log_a b} = b$

   Exemplo 4.10 *Calcule* $9^{\log_3 7}$

   Solução: $9^{\log_3 7} = (3^2)^{\cdot \log_3 7} = (3^{\log_3 7})^2 = 7^2 = 49$
4. $\log_a b = \log_a c \Rightarrow b = c$

Observação 4.4 *Logaritmo de uma base decimal, isto é,* $\log_{10} b$*, são denotados simplismente por*

$$\log b$$

.

Observação 4.5 *Logaritmo de uma base natural (ou logarítmo natural),* $\log_e b$*, será denotado*

$$\ln b$$

.

4.3.1 Propriedades dos logaritmos

1. Logaritmo do produto

   Se $c > 0$ e $c \neq 1$, $a > 0, b > 0$, então:

$$\log_c (a \cdot b) = \log_c a + \log_c b \tag{19}$$

2. Logaritmo do quociente

   Se $c > 0$ e $c \neq 1$, $a > 0, b > 0$, então:

$$\log_c \left(\frac{a}{b}\right) = \log_c a - \log_c b \tag{20}$$

3. Logaritmo da potência

Se $a > 0$ e $a \neq 1$, $b > 0, c \in R$, então:

$$log_a b^c = c \cdot \log_a b \tag{21}$$

4. Logaritmo de uma raiz
   Se $a > 0$ e $a \neq 1$, $b > 0, n \in N^*$, então:

$$log_a \sqrt[n]{b} = \log_a b^{\frac{1}{n}} = \frac{1}{n} \cdot \log_a b \tag{22}$$

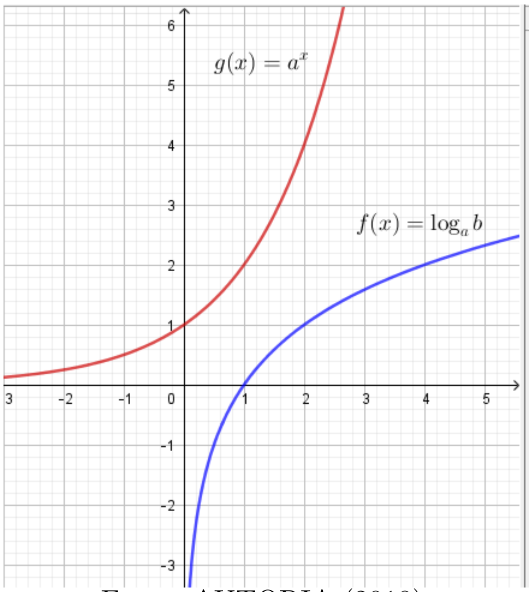
4.3.2 Função logarítmica

Dado $a \in R$, $0 < a \neq 1$, chamamos de função logarítmica de base a a função $f : R_+^* \to R$ dada por

$$f(x) = log_a x$$

As figuras que se seguem representam a função logarítmica e a exponencial.

Figura 12 – Função logarítmica e exponencial com $a > 1$

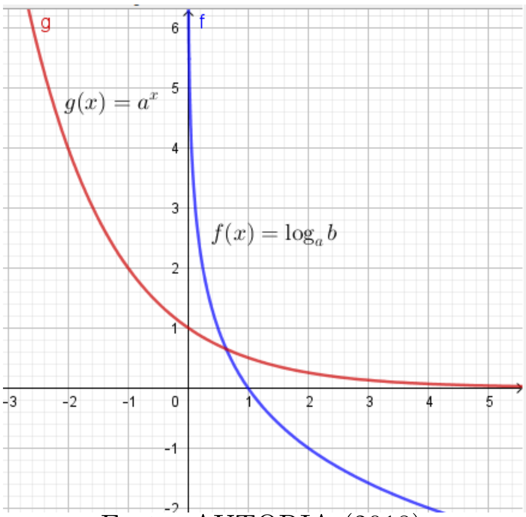


Fonte: AUTORIA (2018).

Observe que a função exponencial cresce mais rapidamente em relação à logarítmica.

Observação 4.6 *$f(x) = \log_a x$ é uma função inversa de $g(x) = a^x$.*

Figura 13 – Função logarítmica e exponencial com $a > 1$



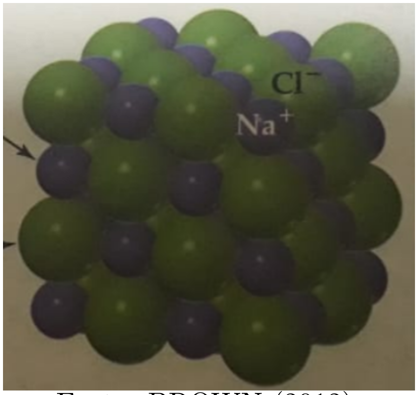
Fonte: AUTORIA (2018).

4.4 Soluções Iônicas

No tópico 3.4 apresentamos solução como sendo mistura de duas ou mais substâncias, agora vamos focar a nossa atenção no comportamento destas misturas em um meio aquoso.

De acordo com Campbel (1986, p. 129) para ocorrer uma reação numa mistura as partículas com carga (átomos ou moléculas) devem apresentar uma diferença de carga, ou seja, o número de prótons não deve ser igual a número de elétrons. Íons com mais prótons que elétrons são denominados de cátions e têm carga positiva, já os que têm mais elétrons que prótons denominados de aníons.

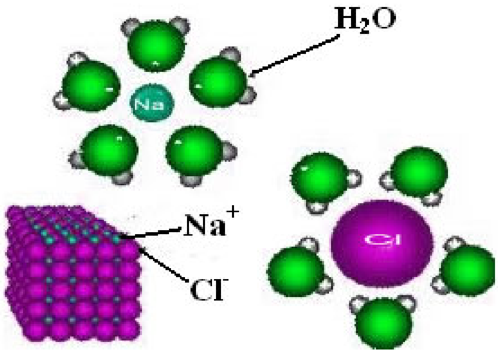
Figura 14 – Estrutura iônica do cloreto de sódio (NaCl)



Fonte: BROWN (2012).

A figura acima representa a estrutura cristalina do cloreto de sódio (NaCl), o sinal negativo significa que o átomo de cloro terá elétron proveniente do sódio em excesso, à vista disso, o sódio terá mais próton, o que representa o sinal positivo. Observe que, os solutos apresentam grau de dissociação no meio aquoso, segundo Skoog (2006, p. 214) os que ionizam-se completamente em um solvente são ditos eletrólitos fortes, enquanto os que ionizam-se apenas parcialmente são eletrólitos fracos.

Figura 15 – Dissociação do cloreto de sódio em água



Fonte: FOGAÇA (2018).

A figura acima representa a dissociação do cloreto de sódio em um meio aquoso, o que ocorre em grande quantidade, deste modo, ele é um eletrólito forte. De acordo com a teoria de Brønsted-Lowry, um ácido é um doador de próton e uma base é um receptor de próton. Para uma molécula se comportar como um ácido, ela necessita da presença de um receptor de próton (ou base). Da mesma forma, uma molécula que pode receber um próton comporta-se como uma base se estiver diante de um ácido. (SKOOG, 2006, p. 214).

A água (H_2O) por si só ioniza-se, dois tipos de íons são formados catíons hidrogênio, H^+, e aníons hidroxila, OH^-. Uma solução ácida é quela que tem mais íons de hidrogênio dissociados ou livre que íons de hidroxila livres, enquanto que uma solução básica é quela que tem mais íons de hidroxila dissociados (livres) que íons de hidrogêneo livres. A concentração molar dos íons de hidrogênio (H^+) multiplicada pela concentração molar de hidroxila é sempre $1{\cdot}10^{-14}$, ou seja

$$K_W = [H^+] \cdot [OH^-] = 1 \cdot 10^{-14} \tag{23}$$

Para indicar o grau de acidez ou basicidade de uma solução, é necessário determinar a concentração dos íons de hidrogênio dissociados ou de hidroxila. (CAMPBEL, 1986, p. 129)
A expressão abaixo representa um esquema de uma reação química em equilíbrio, o lado esquerdo do termo temos os reagentes e do lado direito temos os produtos da reação.

$$wW + xX \rightleftharpoons yY + zZ \tag{24}$$

Os coeficientes w, x, y e z são determinados por um processo denominado de balanceamento da reação química, mas o referido cálculo não se adequa aos objetivos propostos no trabalho, desta forma, os exercícios apresentados serão balanceados.

Na reação (24) de acordo com Oliveira et al (2009, p. 2) "W e X reagem a uma dada velocidade para formar Y e Z. À medida que as quantidades de W e B presentes no sistema reacional diminuem, uma vez que estes reagentes são consumidos na reação, a velocidade da reação direta entre A e B também diminui. No entanto, a quantidade dos produtos Y e Z formados gradativamente aumentam com o avanço da reação direta e, consequentemente, a velocidade da reação inversa Y + Z para produzir W + X também aumenta. Para uma determinada relação entre as quantidades de W, X, Y e Z, as velocidades das duas reações serão exatamente as mesmas e, então, um equilíbrio dinâmico é estabelecido".

4.4.1 Constante de dissociação ácida(K_a) e Constante dos produtos de solubilidade a 25°C

Na equação (24) supondo que o composto W seja um ácido, deste modo, a constante de dissociação ácida (K_a) é dada por

$$K_a = \frac{[Y]^y \cdot [Z]^z}{[W]^w} \tag{25}$$

Como a reação é de um para podemos considerar que a concentração do composto Y e Z sejam iguais

$$K_a = \frac{[Y]^y \cdot [Y]^z}{[W]^w} = \frac{[Y]^{y+z}}{[W]^w}$$

Considerando o valor de K_a, conseguimos obter a concentração de Y, explicitando-o na equação anterior.

$$[Y]^{y+z} = K_a \cdot [W]^w \Rightarrow [Y] = \sqrt[x+y]{K_a \cdot [W]^w} \tag{26}$$

[Y] representa a concentração de H^+ que posteriormente deverá ser usado para determinar o pH da solução. Entretanto, para determinação do pOH, devemos usar a constante do produto de solubiidade (K_b), mas desta vez devemos supor que na reação (24) X represente uma base, deste modo, obtemos:

$$K_b = \frac{[Y]^y \cdot [Z]^z}{[X]^x} \tag{27}$$

Fazendo os devidos calculos, conseguimos determinar a concentração de [Z], já que ele representa OH^-.

$$[Z]^{y+z} = \sqrt[x+y]{K_b \cdot [X]^x} \tag{28}$$

Os valores de K_b e de K_a constam no anexo B e A respectivamente.

4.4.2 Uso de pH e pOH

O pH é dado por:

$$pH = -\log[H^+] \tag{29}$$

Enquanto que pOH é:

$$pOH = -\log[OH^-] \tag{30}$$

Podemos a usar a equação (23) para determinar o ph de água, para tal, devemos considerar que as moléculas de água reagem entre sí, com isso, formam-se produtos.

$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^- \tag{31}$$

$$[H_3^+] \cdot [H_3^+] = 1 \cdot 10^{-14}$$

$$[H_3^+]^2 = 1 \cdot 10^{-14} \Rightarrow [H_3^+] = \sqrt{1 \cdot 10^{-14}} = 1 \cdot 10^{-7}$$

Devemos aplicar o valor na equação 30

$$pH = -\log(1 \cdot 10^{-7}) \Rightarrow -pH = \log(1 \cdot 10^{-7})$$

Utilizando o procedimento apresentado para o cálculo do lagaritmo. Fica:

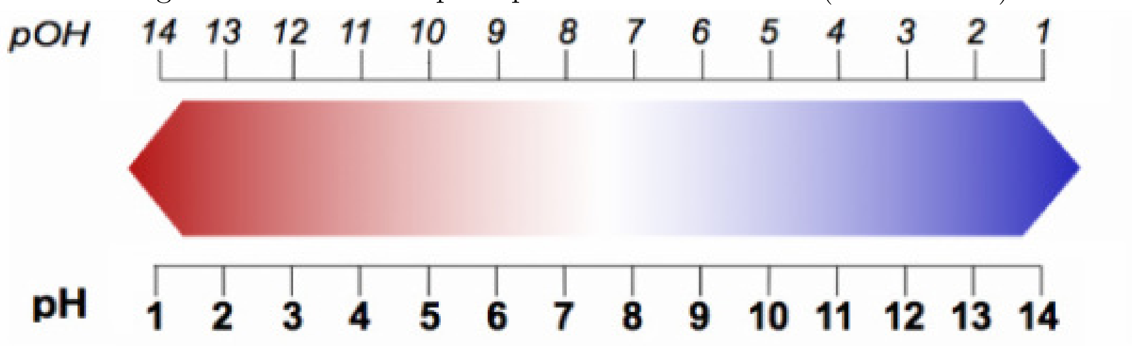
$$-10^{pH} = 1 \cdot 10^{-7}$$

Como estamos perante as mesmas bases, podemos simplismente considerar.

$$-pH = -7 \Rightarrow pH = 7$$

O resultado obtido acima contribuiu para a criação da escala de pH, as substâncias que apresentam um pH menor que 7 são ácias e às com o pH acima de 7 são bases, enquanto que as que estão em torno de 7 são neutras.

Figura 16 – Escala do pH e pOH e a sua natureza (ácido e base)



Fonte: Germán Fernández (2018).

A partir da figura acima inda podemos perceber de que quanto mais o pH se aproxima de zero mais ácida é a solução, enquanto as soluções mais básicas tentdem a um valor próximo de 14. A mesma figura nos permite concluir de que soluções que apresentam um pOH maior que 7 são ácidas e às com o pOH menor de 7 são básicas, enquanto que as que estão em torno de 7 são neutras. A figura também nos permite concluir que o valor de pH e pOH obedecem a seguinte relação:

$$pH + pOH = 14 \tag{32}$$

Seguidamente vamos apresentar um conjunto de exercícios extraídos do livro de fundamentos de química analítica do Skoog, neles devemos considerar que os solutos estão no meio aquoso, ou seja, estão sempre dissolvidos em água (H_2O).
Exemplo 4.11 *Qual valor de pH e pOH de uma solução de HCl* $0,01 mol/l$*?*
Solução: vamos apresentar a reação do HCl e H_2O, a existência de uma única seta indica que o HCl é um eletrólito forte, com isso vai se dissociar na água e o coeficiente 1 representa que os compostos presentes na solução estão na mesma concentração.

$$1 \cdot HCl + 1 \cdot H_2O \rightarrow 1 \cdot H_3O^+ + 1 \cdot Cl^-$$

Desta forma, a concentração de H_3O^+, ou seja $[H_3O^+]$=$[H^+]$. No lado direito teremos 0,01 mol/l de H_3O^+, usando a equação (30) tem-se

$$pH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow -pH = \log(0,01) \Rightarrow 10^{-pH} = 0,01 \Rightarrow 10^{-pH} = 10^{-2}$$

Como as bases são iguais, podemos igual os expoentes.

$$-pH = -2 \Rightarrow pH = 2$$

A relação expessa na equação (32) nos permite calcular pOH

$$2 + pOH = 14 \Rightarrow pOH = 12$$

Resposta: A solução de HCl tendo concentração de 0,01mol/l tem pH=2 e pOH=12.
Exemplo 4.12 *Qual valor de pH e pOH de uma solução de HAc (ácido acético)* $0,01 mol/l$*?*
Solução: Na reação devemos levar em consideração alguns pontos, o primeiro refere-se ao fato de que HAc vai reagir com H_2O, contribuindo para produção H_3O, a reação é apresentada abaixo.

$$1 \cdot HAc + 1 \cdot H_2O \rightleftharpoons 1 \cdot H_3O + 1 \cdot AC^-$$

A aplicação dos termos da reação na equação (25) nos permite calcular o pH, desta forma, obtemos

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^1 \cdot [Ac^-]^1}{[HAc]^1}$$

Usando o anexo B, obtemos que K_a é de 1,75$\cdot$ 10^{-5} para o HAc, devemos aplicar o valor na equação acima

$$\frac{[H_3O^+]^1 \cdot [Ac^-]^1}{[HAc]^1} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

Pelo fato de $[H_3O^+]$ e [HAc] estarem na mesma proporção, é aceitável afirmar que $[H_3O^+]$=[HAc] e aplicar no resultado acima,

$$\frac{[H_3O^+]^2}{[HAc]} = 1,75 \cdot 10^{-5} \Rightarrow [H_3O^+]^2 = [HAc] \cdot 1,75 \cdot 10^{-5}$$

Como [HAc]=0,01mol/l.

$$[H_3O^+]^2 = 0,01 \cdot 1,75 \cdot 10^{-5}$$

Então,

$$[H_3O^+] = [H^+] = 4,2 \cdot 10^{-4} \tag{33}$$

O segundo ponto tem a ver com o fato de que a água reage consigo mesma para produzir H_3O.

$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O + OH^-$$

A relação em podemos usar o valor de K_W para poder determinar a concentração de $[H^+]$. O fato de a reação ser 1 para 1, nos permite $[H^+]$=$[OH^-1]$ na equação, o que resulta em

$$K_W = [H_3O^+] \cdot [H_3O^+] = [H^+][H^+] = [H^+]^2 = 1 \cdot 10^{-14}$$

$$\Rightarrow [H^+] = 1 \cdot 10^{-7} \tag{34}$$

Os resultados obtidos em (33) e (34) nos permite determinar pH da solução.

$$pH = -\log([H^+]_{HAc} + [H^+]_{H_2O}) = -\log(4,2 \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-7}) = -\log(4,2 \cdot 10^-4)$$

$$-pH = \log(4,2 \cdot 10^{-4}) = 3,4$$

pOH fica,

$$3,4 + pOH = 14 \Rightarrow pOH = 10,6$$

Resposta: a solução de HAc tendo concentração de 0,01mol/l tem pH=3,4 e pOH=10,6.
Exemplo 4.13 *Qual valor de pH e pOH de uma solução de* NH_3 $0,01mol/l$ *?*
Solução: na reação devemos levar em consideração alguns pontos, o primeiro refere-se ao fato de que NH_3 vai reagir com H_2O, contribuindo para produção OH^-, a reação é apresentada abaixo.

$$1 \cdot NH_3 + 1 \cdot H_2O \rightleftharpoons 1 \cdot NH_4^+ + 1 \cdot OH^-$$

A aplicação dos termos da reação na equação (27) nos permite calcular o pOH, desta forma, obtemos

$$K_b = \frac{[NH_4^+]^1 \cdot [OH^-]^1}{[NH_3]^1}$$

Usando o anexo A, obtemos que K_b é de 1,7$\cdot$ 10^{-5} para o HAc. devemos aplicar o valor na equação acima.

$$\frac{[NH_4^+]^1 \cdot [OH^-]^1}{[NH_3]^1} = 1,7 \cdot 10^{-5}$$

Pelo fato de [OH^-] e [OH^-] estarem na mesma proporção, é aceitável afirmar que [OH^-]=[NH_3] e aplicar no resultado acima,

$$\frac{[OH^-]^2}{[NH_3]} = 1,7 \cdot 10^{-5} \Rightarrow [OH^-]^2 = [NH_3] \cdot 1,7 \cdot 10^{-5}$$

Como [NH_3]=0,01mol/l.

$$[OH^-]^2 = 0,01 \cdot 1,7 \cdot 10^{-5}$$

Então,

$$[OH^-] = 1,8 \cdot 10^{-3} \tag{35}$$

O segundo ponto tem a ver com o fato de que a água reage consigo mesma para produzir H_3O.

$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O + OH^-$$

A relação em podemos usar o valor de K_W para poder determinar a concentração de [OH^-]. O fato de a reação ser 1 para 1, nos permite [H^+]=[OH^-1] na equação, o que resulta em

$$K_W = [OH^-] \cdot [OH^-] = [OH^-]^=1 \cdot 10^{-14}$$

$$\Rightarrow [OH^-] = 1 \cdot 10^{-7} \tag{36}$$

Os resultados obtidos em (35) e (36) nos permite determinar pOH da solução.

$$pOH = -\log([OH^-]_{NH_3} + [OH^-]_{H_2O}) = -\log(1,8 \cdot 10^{-3} + 1 \cdot 10^{-7}) = -\log(1,8 \cdot 10^{-3})$$

$$-pOH = \log(4,2 \cdot 10^{-4}) = 2,7$$

pOH fica,

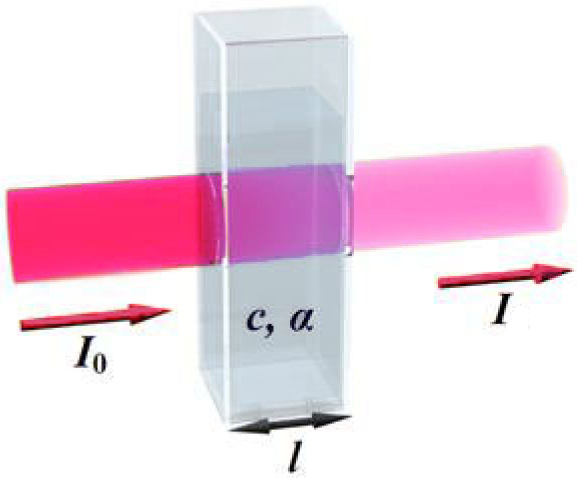
$$pH + 2,7 = 14 \Rightarrow pOH = 11,3$$

Resposta: a solução de NH_3 tendo concentração de 0,01mol/l tem pOH=2,7 e pOH=11,3.

4.5 Colorimetria

Calorímetro é um dos instrumentos mais usados nos laboratórios clínicos, é utilizado para determinar propriedades qualitativas e quantitativas de vários materiais biológicos. Mede o tipo de quantidade de luz absorvida ou transmitida por uma substância (geralmente soluções), para tal, a luz de um comprimento de onda é dirigida contra um tubo com uma solução do material sendo usado.

Figura 17 – Intensidade e a sua relação com absorbância e transmitância



Fonte: Germán Fernández (2018).

A quantidade de luz capacitada a passar através da solução (I) é medida por um fotômetro. A lei formando a base matemática para a colorimetrica é a realmente a combinação de várias leis frequentemente em conjunto chamadas de lei de Beer.

$$A = C \cdot L \cdot k \tag{37}$$

A absorbância (A) de uma solução colorida é igual ao produto de concentração da substância que produz cor (C) pela largura da solução por onde a luz deve passar (L), vezes uma constante k.

4.5.1 Colorimetria visual (colorimetria inversa)

As cores de uma solução padrão e uma solução desconhecida são ajustadas de modo que fiquem iguais através de variação de largura da solução da qual se olha.
Solução padrão:

$$A_p = C_p \cdot L_p \cdot K \tag{38}$$

Solução Desconhecida:

$$A_d = C_d \cdot L_d \cdot K \tag{39}$$

No aparelho a absorbância da solução padrão será ajustada para que tenha o mesmo valor da solução desconhecida, ou seja, A_p=A_d. Desta forma, é possível igualar as equações (38) e (39).

$$C_p \cdot L_p \cdot K = C_d \cdot L_d \cdot K$$

Como o objetivo é determinar a concentração da solução desconhecida, isolando-a na equação acima se obtém:

$$C_d = \frac{L_p}{L_d} \cdot C_p \tag{40}$$

A colorimetria visual é chamada de colorimetria inversa, pois quando a largura da desconhecida aumenta a sua concentração (L_d), a sua concentração diminui.

4.5.2 Colorimetria fotométrica

Neste processo a largura da solução é mantida constante, à vista disso, para determinar a concentração às equações (38) e (39).
Solução padrão

$$L_p = \frac{A_p}{C_p \cdot K} \tag{41}$$

Solução desconhecida

$$L_d = \frac{A_d}{C_d \cdot K} \tag{42}$$

Considerando que a largura (L) da cuba contendo a solução padrão é igual da que contém a solução desconhecida, ou seja, L_p=L_d. Desta forma, é possível igualar as equações (41) e (42).

$$\frac{A_p}{C_p \cdot K} = \frac{A_d}{C_d \cdot K}$$

Como o objetivo é determinar a concentração da solução desconhecida, isolando-a na equação acima se obtém:

$$C_d = \frac{A_d}{A_p} \cdot C_p \tag{43}$$

A fórmula plica-se apenas quando a lei de beer é seguida, a absorbância e a concentração são diretamente relacionadas.

Exemplo 4.14 *Você está usando um colorímetro visual e tem os seguintes dados: leitura do padrão, 25, leitura da desconhecida, 18, concentração do padrão 200mg/100ml. Qual a concentração da desconhecida?*
Solução: Para a solução do problema, basta considerar a equação (48) e substituir os devidos valores.

$$C_d = \frac{18}{25} \cdot 20mg/100ml$$
$$C_d = 0,144mg/ml$$

Resposta: Se a leitura do padrão tiver absorbância de 25 e da desconhecida tiver 18, sendo a concentração do padrão 200mg/ml, portanto, a concentração da desconhecida será de 0,144mg/ml.

Exemplo 4.15 *Usando um colorímetro fotoelétrico, a leitura de DO do padrão foi de 0,420, a leitura da desconhecida de 0,210, e a concentração da desconhecida representa 75mg/dl. Qual é a concentração do padrão?*
Solução: Para a solução do problema, basta considerar a equação (48), isolar o C_p e substituir os devidos valores. C_p.

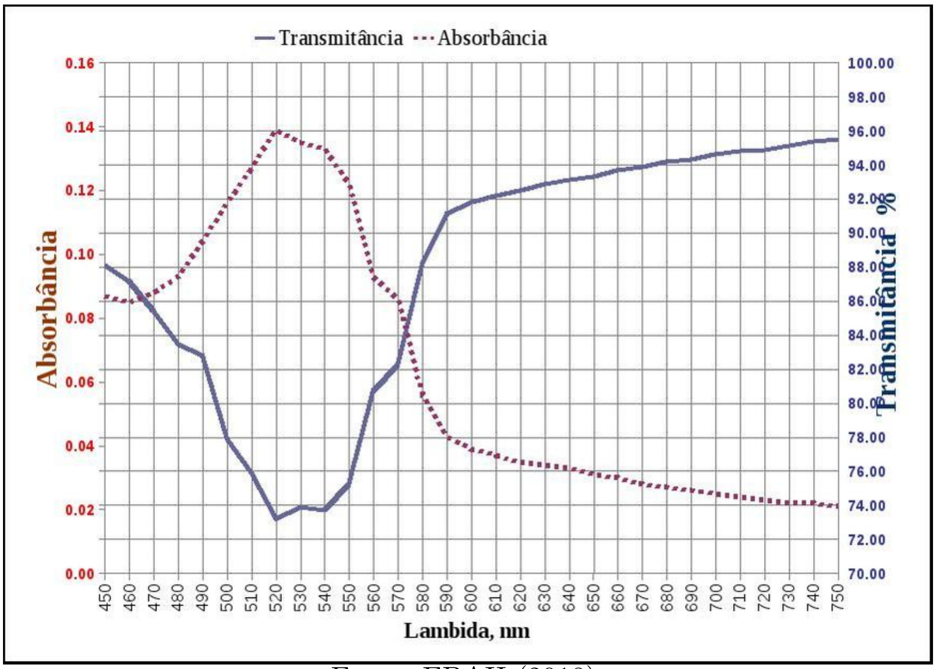
$$C_p = \frac{C_d \cdot A_p}{A_d}$$
$$C_p = \frac{75mg/dl \cdot 0,420}{0,210} = 150mg/dl$$

Resposta: A concentração do padrão nestas condições é de 150mg/dl.

4.5.3 Relação entre absorbância e transmitância

Entende-se por absorbância (A) a medida da quantidade de luz retida na solução, enquanto que a transmitância (T) expressa à quantidade de luz que foi permitida passar pela solução, com isso, elas dependem das propriedades da solução e do recipiente em que a mesma se encontra.

Figura 18 – Proporcionalidade entre absorbância e transmitância



Fonte: EBAH (2018).

O gráfico da Figura 18 fornece uma importante relação entre a absorbância e transmitância, os pontos tracejados representam absorbância da luz por uma determinada solução, enquanto que os pontos contínuos representam a transmitância da luz na mesma solução.

De acordo com a Figura 18 constata-se que a intensidade de radiação incidente na cuba (I_0) é maior que intesidade de radiação transmitida (I). À vista disto, a razão entre (I) e (I_0) é denominada de transmitância, pois expressa a quantidade de luz que sai da cuba.

$$T = \frac{I}{I_o} \tag{44}$$

Entretanto, ao relacionar a equação (44) com o gráfico da Figura 18, possível constatar que absorbância e transmitância são grandezas inversamente proporcionais, o que permite estabelecer a seguinte relação:

$$A = \log\frac{1}{T} \tag{45}$$

A utilização das propriedades do logaritmo permite fazer reajustes na equação acima.

$$A = \log 1 - logT$$

Como $\log 1 = 0$

$$A = -\log T \tag{46}$$

O calorímetro geralmente faz leitura da transmitância em termos percentuais, desta forma, é útil achar a relação que permitirá determinar a absorbância.

$$\%T = T \cdot 100 \tag{47}$$

Portanto,

$$T = \frac{\%T}{100} \tag{48}$$

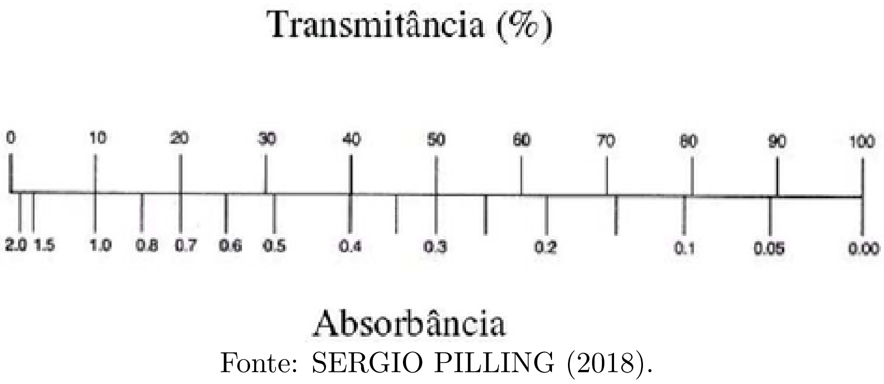
Substituindo o resultado da equação (48) em (46).

$$A = -\log\frac{\%T}{100} = -(\log\%T - \log 100)$$

$$A = 2 - \log\%T \tag{49}$$

A equação (49) permite determinar facilmente a absorbância a partir da transmitância percentual, esta relação é ilustrada no diagrama abaixo em termo das suas escalas:

Figura 19 – Conversão de transmitância para absorbância



Fonte: SERGIO PILLING (2018).

Exemplo 4.16 *A porcentagem da transmissão de um solução desconhecida é de 48%. Qual é a concentração desta solução se uma solução padrão de 100mg/dl desta substância tem uma leitura de T de 75%?*
Solução: Devemos determinar a absorbância da solução desconhecida, cosiderando a sua transmitância de 48%, utilizando a equação 49, tem-se,

$$A_d = 2 - \log 48 = 2 - 1,68 = 0,32$$

Seguidamente usamos o mesmo procedimento, mas considerando a transmitância de 75%. Obtemos:

$$A_p = 2 - \log 75 = 0,13$$

Por fim, aplicamos os respetivos valores de absorbância e a concentração do padrão na equação (48).

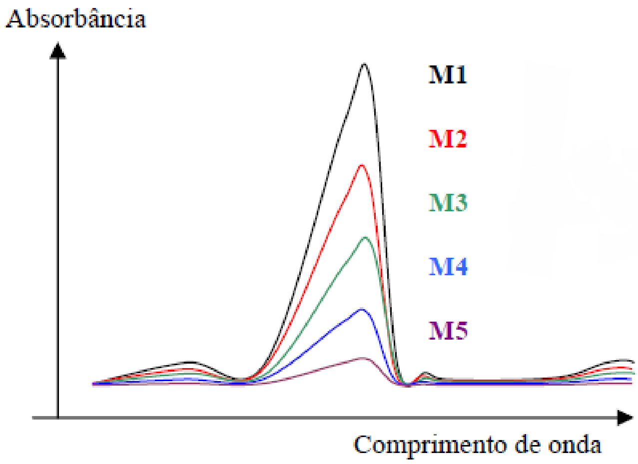
$$C_d = \frac{32}{13} \cdot 100mg/dl = 246mg/dl$$

Resposta: Dadas as condições do exercício, a concentração desconhecida será de 246mg/dl.

4.5.4 Absorbância e sua relação com a absorção molar

O aumento da concentração de uma determinada solução implica num aumento do número de moléculas do soluto na mesma. Anteriormente foi analisada a absorbância levando em conta a concentração, mas como seria se detiver no número de moléculas do soluto?

Figura 20 – Relação entre número de ondas, absorbância e número de moléculas



Fonte: PILLING (2018).

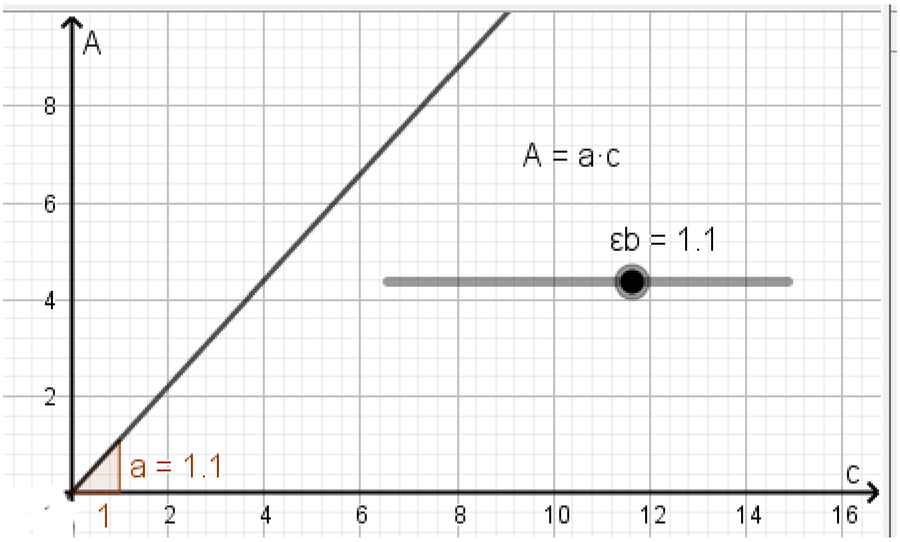
Na figura (20) ao emitir a luz com um determinado comprimento de onda sobre o soluto, inicialmente com número de moléculas **M5**, fez-se leitura de absorbância **A5**, ao aumentar o número de **M4**, a absorbância foi **A4**, o mesmo fenômeno corre até **M5**. A partir daí surge necessidade de estudar uma grandeza que mesmo aumentando o número de moléculas do soluto que permaneça constante.

Para medir a constante é preciso considerar uma solução 1 mol de substância pura através da qual uma luz com um determinado comprimento de onda, deve percorrer 1 cm da solução, desta forma, mede-se a absorbância e o seu valor é conhecido como **absorção molar** e representado por ε. A absorbância se relaciona com absorção molar do seguinte modo:

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot b \tag{50}$$

onde A é absorbância; ε, absorância molar; c, concentração e b, distância percorrida por um determinado comprimento de onda.

Figura 21 – Concentração, absorbância e o significado da absorção molar



Fonte: AUTORIA (2018).

O gráfico acima mostra que a variação da concentração (c) de uma determinada solução, implica no grau de absorbância, mas para o mesmo comprimento de onda e mesmo caminho ótico (b), mesmo alterando a concentração da solução, a absorção molar (ε) permanece constante. O fato da **absorção molar** permanecer constante nas situações condições apresentadas acima, permite determinar a pureza de uma determinada solução, basta submetê-la um mesmo comprimento de onda e o mesmo caminho ótico.

$$\varepsilon = \frac{A}{c \cdot b} \tag{51}$$

Exemplo 4.17 *A absorbância de uma solução 2,31 $\cdot$ 10^5 mol L^{-1} de um composto é de 0,822, no comprimento de onda de 266 nm, numa cubeta de 1 cm de caminho óptico. Calcule a absortividade molar do composto em 266 nm.*

Solução:

$$0,822 = 2,31 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot \varepsilon \Rightarrow \varepsilon = \frac{0,822}{2,31 \cdot 10^5} = 3,5 \cdot 10^{-6}.$$

Resposta: a absortividade molar do composto em 266 nm é de $3,5 \cdot 10^{-6}$.

Exemplo 4.18 *A absorbância de um padrão de 2,0g/100ml é usualmente 0,300 quando medida em um comprimento de onda de 545nm em um tubo de 19·15nm. Se forem usados tubos de 10nm, a absorbância do padrão de 2,0g/100ml será aproximadamente igual a que valor?*

Solução: primeiramente devemos dispor os valores dados para a primeira condiçã da solução.

$$0,300 = 2,0g/100ml \cdot 19 \cdot 105 \cdot \varepsilon$$

Podemos isolar a absorção molar na equação acima.

$$\varepsilon = \frac{0,300}{2,0g/100ml \cdot 19 \cdot 105} \tag{52}$$

Seguidamente, fazemos o mesmo procedimento para a nova condição da solução padrão.

$$A_d = 2,0g/100ml \cdot 10nm \cdot \varepsilon \tag{53}$$

Como aplicaram o mesmo comprimento de onda nos dois na solução, devemos ter a mesma absorção molar (ε), desta forma, devemos aplicar a equação (52) em (53).

$$A_d = 2,0g/100ml \cdot 10nm \cdot \frac{0,300}{2,0g/100ml \cdot 19 \cdot 105nm} = 0,011 \tag{54}$$

Resposta: A absorbância passa a ser de 0,011.

5 PROBABILIDADE

5.1 Genética

Mendel cruzava duas linhagens de plantas puras [9] para um mesmo caractere, pois ele sabia que a autofecundação era um processo natural nas ervilhas, contudo, precisava impedir que acontecesse. Desta forma, ele removia os estames da flor de uma planta pura para o caractere que deseja antes que os estames amadurecessem e seguidamente o transfere com pincel para o pólen de outra planta pura para o mesmo caractere, com isso conseguia controlar os caracteres envolvidos no cruzamento. (LOPES ; ROSSO, 2017,p. 138)

Figura 22 – Processo de Mendel na polinização cruzada artificial

Fonte: SOARES (2013)

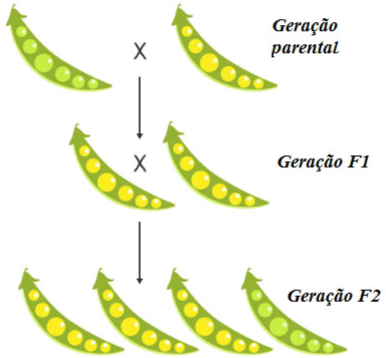
Ele selecionou plantas de ervilhas, que ao sofrerem autofecundação formariam sementes lisa e as selecionou plantas puras da variedade com sementes rugosas (plantas puras para os dois critérios).

Ao cruzar as sementes observou que todas as que surgiam eram lisas, o denominou de geração F_1. Em seguida plantou as sementes da geração F_1. E nasceram plantas que o Mendel deixou que se autofecundassem, estas na maioria eram lisas. porém, existem algumas rugosas (geração F_2).

Na autofecundação de F_1, os gametas unem-se ao acaso, podendo formar quatro combinações possíveis. Em relação à Figura 23 observou que na geração F_2, 75% das sementes eram lisas e 25% rugosas dando uma proporção de 3 lisas para 1 rugosa. A primeira lei de Mendel diz que cada caracter é determinado por um par de fatores que se separam na formação dos gametas, indo apenas um dos fatores do par para cada gameta que é, portanto, puro.

[9] define um conjunto de indivíduos que herdam geneticamente os dos alelos em relação a uma determinada característica

Figura 23 – Características das ervilhas nas gerações F_1 e F_2.



Fonte: Escola Kids, (2018).

5.1.1 Noções de Probabilidade

A teoria da probabilidade é utilizado para estimar matematicamente resultados de eventos que ocorrem ao acaso. A probabilidade de um evento ocorrer é definino pelo quociente entre o número de elementos do espaço amostral[10] e o número de eventos favoráveis.

Exemplo 5.1 *Numa família com 9 filhas, qual será a probabilidade de o décimo filho ser homem?*
Solução: note que apesar da família ter 9 filhas, isso não influenciará na determinação do sexo do décimo filho. Com isto, deve-se considerar apenas a probabilidade do décimo nascimento, que é dada por:

$$P = \frac{(\#n)}{(\#\Omega)} = \frac{1}{2} \tag{55}$$

onde:
$\#n$, representa número de filho num parto (casos favoráveis)
$\#\Omega$, representa o número de sexo possível (casos possíveis)

Exemplo 5.2 *No homem, o albinismo é condicionado por um gene autossômico recessivo, r. Pais normais que têm um filho albino desejam saber: Qual a probabilidade de terem outro filho, mas com pigmentação normal da pele?*
Solução:

1. O albinismo é condicionado por um gene autossômico recessivo, o que significa que só se manifesta se cada um deles tiver apenas um gene recessivo, já que eles são normais. Ao montar o quadro de Punnet, fica:
2. Como o albinismo é condicionado por um gene autossômico recessivo, ou seja, o próximo filho terá albinismo quando existirem dois genes recessivos (rr)

[10]Conjunto de todos resultados possíveis de um experimento.

	R	r
R	RR	Rr
r	rR	rr

$$P(rr) = \frac{1}{4} \tag{56}$$

Probabilidade de ocorrer um ou outro evento

Pode-se desejar saber qual a probabilidade de ocorrer um ou outro evento, que é a probabilidade de ocorrer doi eventos mutuamente exclusivos. É dada pela soma das probabilidades isoladas de cada evento.

Probabilidade de ocorrer um e outro evento

É possível determinar a probabilidade de que aconteçam dois eventos independentes. Para melhor entendimento, considere o problema que se segue.

Exemplo 5.3 *A capacidade de sentir o gosto de uma substância chamada feniltiocarbamida (PTC) deve-se a um gene dominante. Entretanto, necessita-se saber a probabilidade de um casal sensível a essa substância e heterozigótico ter um filho do sexo feminino e sensível ao PTC.*

Solução: a solução do problema consiste em três etapas:

1. Já que o casal é heterozigótico e considerando o alelo (R) dominante para a sensibilidade da feniltiocarbamida e que (r) se refere ao alelo recessivo. Sugere que tanto o pai, quanto a mãe apresentam o par de alelo (Rr). No quadro de Punnet:

	R	r
R	RR	Rr
r	rR	rr

Desta forma, a probabilidade da filha ser sensível a substância é dada por quociente entre o número do par (Rr ou rR) dos alelos dominantes e de todas as combinações possíveis. Resultando em:

$$P(Rr) = \frac{3}{4} \tag{57}$$

2. Seguidamente, deve-se calcular a probabilidade de ter um filho do sexo masculino

$$P(S_F) = \frac{1}{2} \tag{58}$$

3. Como a probabilidade da filha possuir sensibilidade a substância P(Rr) independe da probabilidade de ser do sexo feminino, nestas condições a probabilidade é obtida

pela multiplicação de $P(Rr)$ e $P(S_F)$

$$P(Rr) \cdot P(S_F) = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{8} \tag{59}$$

Exemplo 5.4 *Se a família Silva tiver 5 filhos e a família Oliveira tiver 4, qual a probabilidade de que todos os filhos dos Silva sejam meninas e todos os dos Oliveira sejam meninos?*

Solução: Para a solução do problema, devemos considerar os seguintes casos:

1. deve-se considerar que em cada parto a família pode dar à luz a um filho menino ou menina. Com isso a probabilidade de ser menina é dada:

$$P(M) = \frac{1}{2} \tag{60}$$

Como serão 5 partos e considerando que cada um deles é independente do outro. Desta forma, teremos a multiplicação das probabilidades em cada parto.

$$P(M_5) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{32} \tag{61}$$

2. Prosseguindo o mesmo raciocínio do item 1, mas considerando a probabilidade de sem menino $P(m)$. Obtem-se:

$$P(m) = \frac{1}{2} \tag{62}$$

Como serão 4 partos e considerando que cada um deles é independente do outro. Desta forma, teremos a multiplicação das probabilidades em cada parto.

$$P(m_4) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{16} \tag{63}$$

3. Por fim, consider que a probabilidade dos 5 filhos da família Oliveira ser menina $P(M_5)$, independe da probabilidade dos quatro filhos da família Silva ser menino. Desta forma, termos a multiplicação das probabilidade isoladas.

$$P(M_5) \cdot P(m_4) = \frac{1}{32} \cdot \frac{1}{16} = \frac{1}{512} \tag{64}$$

6 CONCLUSÃO

Esse trabalho, intitulado Aplicações Matemáticas nas Ciências Biológicas conta com capítulos que abordam conceitos matemáticos sobre notação científica, razão e proporção, função e equações e probabilidade. A aplicação dos conceitos da Matemática aliados à utilização de analogias motivacionais no estudo de conceitos relacionados ao estudo do decaimento radioativo, soluções iônicas, da transmitância, absorbância e absorção molar contribui para realçar a sua importância no contexto das ciências biológicas. Os tópicos apresentados no trabalho constituem como uma ferramenta importante na exploração conjunta das duas áreas, à vista disso, é passível de ser utilizado como um auxiliar na disciplina de Matemática Básica para o curso de Ciências Biológicas.

REFERÊNCIAS

LIMA, V. M do Rosário; RAMOS, M. Güntzel. Percepções de interdisciplinaridade de professores de Ciências e Matemática: Um Exercício de Análise Textual Discursiva. Revista Lusófona de Educação, 36, 163-177, 2017.

VIEIRA, C. Tenreiro; VIEIRA, R. Marques. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. Revista Brasileira de Educação, v. 18 n. 52, 2013.

JÚNIOR, G. B da Silva. Biologia e Matemática: Diálogos Possíveis no Ensino Médio. 200? Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - PUC Minas.

CAMPBEL, JUNE M; CAMPBEL, JOE B. Matemática de laboratório: Aplicações médicas e biológicas. 3ª ed. São Paulo: Roca, 1986.

ALEMDASAULAS'S BLOG. Escala Microscópica. Disponível em: < https://alemdasaulas.wordpress.com/2011/04/15/escala-microscopica/ >. Acesso em: 20 de junh. De 2018.

XAVIER, THIAGO. O Segredo das Árvores e a Série de Fibonacci, 2018. Disponível em: < http://www.blogdaciencia.com/o-segredo-das-arvores-e-a-serie-de-fibonacci/ >. Acesso em: 29 de julho de 2018.

PERUQUETTI, R.C. Genética de populações. Disponível em: < http://www.ufac.br/ccbn/genetica/GenPop.html >. Acesso em: 22 de Junh. de 2018.

NELSON, L David ; MICHAEL, M Cox. Princípios de Bioquímica de Lehninger. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

Bertoloto, V. Sanches. **Blog do professor Vagner**. Soluções. Disponível em: < http://quimicavagner.blogspot.com/2012/01/solucoes.html >. Acesso em: 18 de Julh. de 2018.

DALTAMIR, Justino Maia; J. C. De A. Bianchi. Química Geral - Fundamentos, 1 a Edição Editora Pearson / Prentice Hall, 2007.

KIRSZTAJN, G. Mastroianni. Avaliação do ritmo de filtração glomerular. J Bras Patol Med Lab, v. 43 n. 4, p. 257-264, 2007.

CÂMARA, Bruno. **Biomedicina padrão**. Entendendo o que é filtração, reabsorção, secreção e excreção renal. Disponível em: < https://www.biomedicinapadrao.com.br/2013/12/entendendo-o-que-e-filtracao-reabsorcao.html > Acesso em: 15 de Ago. 2018

FOGAÇA , Jennifer R.V. Radiações alfa, beta e gama. Alunos online. Disponível em: < https://alunosonline.uol.com.br/quimica/radiacoes-alfa-beta-gama.html >. Acesso em: 10 de Out. de 2018.

RADIOACTIVE DECAY. Ntec. Disponível em: < http://www.ntec.ac.uk/Phys/pdfs/8-Radioactive%20Decay.pdf >. Acesso em: 10 de Out. de 2018. IEZZI, Gelson; DOLCE, Osvaldo; DAVID, Desgenszajn et al. **Matemática: ciência e aplicações**. 9 ed. Editora saraiva, 2006.

NETO, João Gomes. Decaimento Radioativo. **Infoescola**. Disponível em: < https://www.infoescola.com/quimica/decaimento-radioativo/ >. Acesso em: 11 de Out. de 2018.

SKOOG, D.A; WEST, D.M; HOLLER, FJ et al. textbefFundamentos de Química Analítica. Tradução da 8ª Edição norte-americana, Editora Thomson, São Paulo-SP, 2006.

FOGAÇA , Jennifer R.V. Forças ou ligações dipolo. **Mundo educação**, ano. Disponível em: < https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/forcas-ou-ligacoes-dipolo-dipolo.htm >. Acesso em: 18 de Out. de 2018.

BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência central**. 9 ed. Prentice-Hall, 2005.

ANEXO A – CONSTANTE DOS PRODUTOS DE SOLUBILIDADE A 25°C (BASES)

Composto	Fórmula	K_{ps}	Notas
Hidróxido de alumínio	$Al(OH)_3$	3×10^{-34}	
Carbonato de bário	$BaCO_3$	$5{,}0 \times 10^{-9}$	
Cromato de bário	$BaCrO_4$	$2{,}1 \times 10^{-10}$	
Hidróxido de bário	$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$	3×10^{-4}	
Iodato de bário	$Ba(IO_3)_2$	$1{,}57 \times 10^{-9}$	
Oxalato de bário	BaC_2O_4	1×10^{-6}	
Sulfato de bário	$BaSO_4$	$1{,}1 \times 10^{-10}$	
Carbonato de cádmio	$CdCO_3$	$1{,}8 \times 10^{-14}$	
Hidróxido de cádmio	$Cd(OH)_2$	$4{,}5 \times 10^{-15}$	
Oxalato de cádmio	CdC_2O_4	9×10^{-8}	
Sulfeto de cádmio	CdS	1×10^{-27}	
Carbonato de cálcio	$CaCO_3$	$4{,}5 \times 10^{-9}$	Calcita
	$CaCO_3$	$6{,}0 \times 10^{-9}$	Aragonita
Fluoreto de cálcio	CaF_2	$3{,}9 \times 10^{-11}$	
Hidróxido de cálcio	$Ca(OH)_2$	$6{,}5 \times 10^{-6}$	
Oxalato de cálcio	$CaC_2O_4 \cdot H_2O$	$1{,}7 \times 10^{-9}$	
Sulfato de cálcio	$CaSO_4$	$2{,}4 \times 10^{-5}$	
Carbonato de cobalto(II)	$CoCO_3$	$1{,}0 \times 10^{-10}$	
Hidróxido de cobalt(II)	$Co(OH)_2$	$1{,}3 \times 10^{-15}$	
sulfeto de cobalto(II)	CoS	5×10^{-22}	α
	CoS	3×10^{-26}	β
Brometo de cobre(I)	$CuBr$	5×10^{-9}	
Cloreto de cobre(I)	$CuCl$	$1{,}9 \times 10^{-7}$	
Hidróxido de cobre(I)*	Cu_2O*	2×10^{-15}	
Iodeto de cobre(I)	CuI	1×10^{-12}	
Tiocianato de cobre(I)	$CuSCN$	$4{,}0 \times 10^{-14}$	
Hidróxido de cobre(II)	$Cu(OH)_2$	$4{,}8 \times 10^{-20}$	
Sulfeto de cobre(II)	CuS	8×10^{-37}	
Carbonato de ferro(II)	$FeCO_3$	$2{,}1 \times 10^{-11}$	
Hidróxido de ferro(II)	$Fe(OH)_2$	$4{,}1 \times 10^{-15}$	
Sulfeto de ferro(II)	FeS	8×10^{-19}	
Hidróxido de ferro(III)	$Fe(OH)_3$	2×10^{-39}	
Iodato de lantânio	$La(IO_3)_3$	$1{,}0 \times 10^{-11}$	
Carbonato de chumbo	$PbCO_3$	$7{,}4 \times 10^{-14}$	
Cloreto de chumbo	$PbCl_2$	$1{,}7 \times 10^{-5}$	
Cromato de chumbo	$PbCrO_4$	3×10^{-13}	

Composto	Fórmula	K_{ps}	Notas
Hidróxido de chumbo	$PbO^{\dagger}$	8×10^{-16}	Amarelo
	$PbO^{\dagger}$	5×10^{-16}	vermelho
Iodeto de chumbo	PbI_2	7.9×10^{-9}	
Oxalato de chumbo	PbC_2O_4	8.5×10^{-9}	$\mu = 0{,}05$
Sulfato de chumbo	$PbSO_4$	$1{,}6 \times 10^{-8}$	
Sulfeto de chumbo	PbS	3×10^{-28}	
Fosfato de magnésio e amônio	$MgNH_4PO_4$	3×10^{-13}	
Carbonato de magnésio	$MgCO_3$	$3{,}5 \times 10^{-8}$	
Hidróxido de magnésio	$Mg(OH)_2$	$7{,}1 \times 10^{-12}$	
Carbonato de manganês	$MnCO_3$	$5{,}0 \times 10^{-10}$	
Hidróxido de manganês	$Mn(OH)_2$	2×10^{-13}	
Sulfeto de manganês	MnS	3×10^{-11}	Rosa
	MnS	3×10^{-14}	Verde
Brometo de mercúrio(I)	Hg_2Br_2	$5{,}6 \times 10^{-23}$	
Carbonato de mercúrio(I)	Hg_2CO_3	$8{,}9 \times 10^{-17}$	
Cloreto de mercúrio(I)	Hg_2Cl_2	$1{,}2 \times 10^{-18}$	
Iodeto de mercúrio(I)	Hg_2I_2	$4{,}7 \times 10^{-29}$	
Tiocianato de mercúrio(I)	$Hg_2(SCN)_2$	$3{,}0 \times 10^{-20}$	
Hidróxido de mercúrio(II)	$HgO^{\ddagger}$	$3{,}6 \times 10^{-26}$	
Sulfeto de mercúrio(II)	HgS	2×10^{-53}	Preto
	HgS	5×10^{-54}	Vermelho
Carbonato de níquel	$NiCO_3$	$1{,}3 \times 10^{-7}$	
Hdróxido de níquel	$Ni(OH)_2$	6×10^{-16}	
Sulfeto de níquel	NiS	4×10^{-20}	α
	NiS	$1{,}3 \times 10^{-25}$	β
Arsenato de prata	Ag_3AsO_4	6×10^{-23}	
Brometo de prata	$AgBr$	$5{,}0 \times 10^{-13}$	
Carbonato de prata	Ag_2CO_3	$8{,}1 \times 10^{-12}$	
Cloreto de prata	$AgCl$	$1{,}82 \times 10^{-10}$	
Cromato de prata	$AgCrO_4$	$1{,}2 \times 10^{-12}$	
Cianeto de prata	$AgCN$	$2{,}2 \times 10^{-16}$	
Iodato de prata	$AgIO_3$	$3{,}1 \times 10^{-8}$	
Iodeto de prata	AgI	$8{,}3 \times 10^{-17}$	
Oxalato de prata	$Ag_2C_2O_4$	$3{,}5 \times 10^{-11}$	
Sulfeto de prata	Ag_2S	8×10^{-51}	
Tiocianato de prata	$AgSCN$	$1{,}1 \times 10^{-12}$	
Carbonato de estrôncio	$SrCO_3$	$9{,}3 \times 10^{-10}$	
Oxalato de estrôncio	SrC_2O_4	5×10^{-8}	
Sulfato de estrôncio	$SrSO_4$	$3{,}2 \times 10^{-7}$	
Cloreto de tálio(I)	$TlCl$	$1{,}8 \times 10^{-4}$	
Sulfeto de tálio(I)	Tl_2S	6×10^{-22}	
Carbonato de zinco	$ZnCO_3$	$1{,}0 \times 10^{-10}$	
Hidróxido de zinco	$Zn(OH)_2$	$3{,}0 \times 10^{-16}$	Amorfo
Oxalato de zinco	ZnC_2O_4	8×10^{-9}	
Sulfeto de zinco	ZnS	2×10^{-25}	α
	ZnS	3×10^{-23}	β

Fonte: (FUNDAMENTOS DE QUÍMICA ANALÍTICA, 2006).**?**

ANEXO B – CONSTANTES DE DISSOCIAÇÃO DE ÁCIDOS A 25°C

Ácido	Fórmula	K_1	K_2	K_3
Ácido acético	CH_3COOH	$1{,}75 \times 10^{-5}$		
Íon amônio	NH_4^+	$5{,}70 \times 10^{-10}$		
Íon anilínio	$C_6H_5NH_3^+$	$2{,}51 \times 10^{-5}$		
Ácido arsênico	H_3AsO_4	$5{,}8 \times 10^{-3}$	$1{,}1 \times 10^{-7}$	$3{,}2 \times 10^{-12}$
Ácido arsenioso	H_3AsO_3	$5{,}1 \times 10^{-10}$		
Ácido benzóico	C_6H_5COOH	$6{,}28 \times 10^{-5}$		
Ácido bórico	H_3BO_3	$5{,}81 \times 10^{-10}$		
Ácido 1-Butanóico	$CH_3CH_2CH_2COOH$	$1{,}52 \times 10^{-5}$		
Ácido carbônico	H_2CO_3	$4{,}45 \times 10^{-7}$	$4{,}69 \times 10^{-11}$	
Ácido cloroacético	$ClCH_2COOH$	$1{,}36 \times 10^{-3}$		
Ácido cítrico	$HOOC(OH)C(CH_2COOH)_2$	$7{,}45 \times 10^{-4}$	$1{,}73 \times 10^{-5}$	$4{,}02 \times 10^{-7}$
Íon dimetil amônio	$(CH_3)_2NH_2^+$	$1{,}68 \times 10^{-11}$		
Íon etanol amônio	$HOC_2H_4NH_3^+$	$3{,}18 \times 10^{-10}$		
Íon etil amônio	$C_2H_5NH_3^+$	$2{,}31 \times 10^{-11}$		
Íon etileno diamônio	$^+H_3NCH_2CH_2NH_3^+$	$1{,}42 \times 10^{-7}$	$1{,}18 \times 10^{-10}$	
Ácido fórmico	$HCOOH$	$1{,}80 \times 10^{-4}$		
Ácido fumárico	*trans*-$HOOCCH{:}CHCOOH$	$8{,}85 \times 10^{-4}$	$3{,}21 \times 10^{-5}$	
Ácido glicólico	$HOCH_2COOH$	$1{,}47 \times 10^{-4}$		
Íon hidrazina	$H_2NNH_3^+$	$1{,}05 \times 10^{-8}$		
Ácido hidrazóico	HN_3	$2{,}2 \times 10^{-5}$		
Cianeto de hidrogênio	HCN	$6{,}2 \times 10^{-10}$		
Fluoreto de hidrogênio	HF	$6{,}8 \times 10^{-4}$		
Peróxido de hidrogênio	H_2O_2	$2{,}2 \times 10^{-12}$		
Sulfeto de hidrogênio	H_2S	$9{,}6 \times 10^{-8}$	$1{,}3 \times 10^{-14}$	
Íon hidroxil amônio	$HONH_3^+$	$1{,}10 \times 10^{-6}$		
Ácido hipocloroso	$HOCl$	$3{,}0 \times 10^{-8}$		
Ácido Iódico	HIO_3	$1{,}7 \times 10^{-1}$		
Ácido lático	$CH_3CHOHCOOH$	$1{,}38 \times 10^{-4}$		
Ácido maleico	*cis*-$HOOCCH{:}CHCOOH$	$1{,}3 \times 10^{-2}$	$5{,}9 \times 10^{-7}$	
Ácido málico	$HOOCCHOHCH_2COOH$	$3{,}48 \times 10^{-4}$	$8{,}00 \times 10^{-6}$	
Ácido malônico	$HOOCCH_2COOH$	$1{,}42 \times 10^{-3}$	$2{,}01 \times 10^{-6}$	
Ácido mandélico	$C_6H_5CHOHCOOH$	$4{,}0 \times 10^{-4}$		
Íon metil amônio	$CH_3NH_3^+$	$2{,}3 \times 10^{-11}$		
Ácido nitroso	HNO_2	$7{,}1 \times 10^{-4}$		
Ácido oxálico	$HOOCCOOH$	$5{,}60 \times 10^{-2}$	$5{,}42 \times 10^{-5}$	

Ácido	Fórmula	K_1	K_2	K_3
Ácido periódico	H_5IO_6	2×10^{-2}	5×10^{-9}	
Fenol	C_6H_5OH	$1{,}00 \times 10^{-10}$		
Ácido fosfórico	H_3PO_4	$7{,}11 \times 10^{-3}$	$6{,}32 \times 10^{-8}$	$4{,}5 \times 10^{-13}$
Ácido fosforoso	H_3PO_3	3×10^{-2}	$1{,}62 \times 10^{-7}$	
Ácido *o*-ftálico	$C_6H_4(COOH)_2$	$1{,}12 \times 10^{-3}$	$3{,}91 \times 10^{-6}$	
Ácido pícrico	$(NO_2)_3C_6H_2OH$	$4{,}3 \times 10^{-1}$		
Íon piperidínio	$C_5H_{11}NH^+$	$7{,}50 \times 10^{-12}$		
Ácido propanóico	CH_3CH_2COOH	$1{,}34 \times 10^{-5}$		
Íon piridínio	$C_5H_5NH^+$	$5{,}90 \times 10^{-6}$		
Ácido pirúvico	$CH_3COCOOH$	$3{,}2 \times 10^{-3}$		
Ácido salicílico	$C_6H_4(OH)COOH$	$1{,}06 \times 10^{-3}$		
Ácido sulfâmico	H_2NSO_3H	$1{,}03 \times 10^{-1}$		
Ácido succínico	$HOOCCH_2CH_2COOH$	$6{,}21 \times 10^{-5}$	$2{,}31 \times 10^{-6}$	
Ácido sulfúrico	H_2SO_4	Forte	$1{,}02 \times 10^{-2}$	
Ácido sulfuroso	H_2SO_3	$1{,}23 \times 10^{-2}$	$6{,}6 \times 10^{-8}$	
Ácido tartárico	$HOOC(CHOH)_2COOH$	$9{,}20 \times 10^{-4}$	$4{,}31 \times 10^{-5}$	
Ácido tiociânico	$HSCN$	0,13		
Ácido tiosulfusúrico	$H_2S_2O_3$	0,3	$2{,}5 \times 10^{-2}$	
Ácido tricloroacético	Cl_3CCOOH	3		
Íon trimetil amônio	$(CH_3)_3NH^+$	$1{,}58 \times 10^{-10}$		

Fonte: (FUNDAMENTOS DE QUÍMICA ANALÍTICA, 2006).**?**