

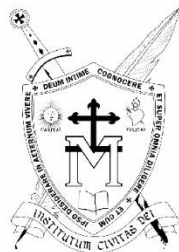
INSTITUTO CIDADE DE DEUS



1º Ensino Médio

VOLUME 5

Amostra



*Editora
Cidade de Deus*

Sumário

Vida Interior.....	3
Gramática	10
Literatura	24
Lógica	31
Matemática	49
Física	82
Química	98
Biologia	114
História	126
Geografia	143
Arte.....	155



vida Interior

Vida Interior

Introdução

A disciplina “Vida Interior” é o principal objeto de estudo do Ensino Médio. Estará dividida em três partes:

1. Doutrina Católica.
2. Vida de Oração.
3. Orientações sobre a Sagrada Escritura.

A “Vida Interior” tem o objetivo de levá-lo ao conhecimento de Deus através da oração e dos estudos. Encontraremos esta disciplina em todos os volumes, uma vez que estamos diante daquilo que é o mais importante na vida humana: conhecer e amar a Deus.

O conteúdo desta disciplina deve ser estudado no tempo de estudo proposto (conforme as siglas indicativas antes dos principais títulos, ou seja T.E. ou T.O.).

Doutrina Sagrada

Catecismo Maior de São Pio X

Continuação da Primeira Parte

§ 3º – Do Homem

48) Qual é a criatura mais nobre que Deus colocou sobre a Terra?

A criatura mais nobre que Deus colocou sobre a Terra, é o homem.

49) Que é o homem?

O homem é uma criatura racional, composta de alma e corpo.

50) Que é a alma?

A alma é a parte mais nobre do homem, porque é substância espiritual, dotada de inteligência e de vontade, capaz de conhecer a Deus e de O possuir eternamente.

51) Pode-se ver e apalpar a alma humana?

Não se pode ver nem apalpar a alma, porque é espírito.

52) Morre a alma humana com o corpo?

A alma humana nunca morre; a fé e a mesma razão provam que ela é imortal.

53) É livre o homem nas suas ações?

Sim, o homem é livre nas suas ações; e cada qual sente, dentro de si mesmo, que pode fazer uma ação e deixar de fazê-la, ou fazer antes uma que outra.

54) Explicai com um exemplo a liberdade humana.

Se eu disser voluntariamente uma mentira, sinto que poderia deixar de dizê-la, e calar-me, e que poderia também falar de outro modo, dizendo a verdade.

55) Por que se diz que o homem foi criado à imagem e semelhança de Deus?

Diz-se que o homem foi criado à imagem e semelhança de Deus, porque a alma humana é espiritual e racional, livre na sua ação, capaz de conhecer e de amar a Deus, e de gozá-Lo eternamente, perfeições que refletem em nós um raio da infinita grandeza de Deus.

56) Em que estado criou Deus os nossos primeiros pais Adão e Eva?

Deus criou Adão e Eva no estado de inocência e de graça; mas depressa o perderam, pelo pecado.

57) Além da inocência e da graça santificante, concedeu Deus ao nossos primeiros pais outros dons?

Além da inocência e da graça santificante, Deus concedeu aos nossos primeiros pais outros dons, que eles deviam transmitir, juntamente com a graça santificante, aos seus descendentes, e eram: a integridade, isto é, a perfeita sujeição dos sentidos à razão; a imortalidade; a imunidade de todas as dores e misérias; e a ciência proporcionada ao seu estado.

58) Qual foi o pecado de Adão?

O pecado de Adão foi um pecado de soberba e de grave desobediência.

59) Qual foi o castigo do pecado de Adão e Eva?

Adão e Eva perderam a graça de Deus e o direito que tinham ao Céu, foram expulsos do Paraíso Terrestre, sujeitos a muitas misérias na alma e no corpo, e condenados a morrer.

60) Se Adão e Eva não tivessem pecado, ficariam livres da morte?

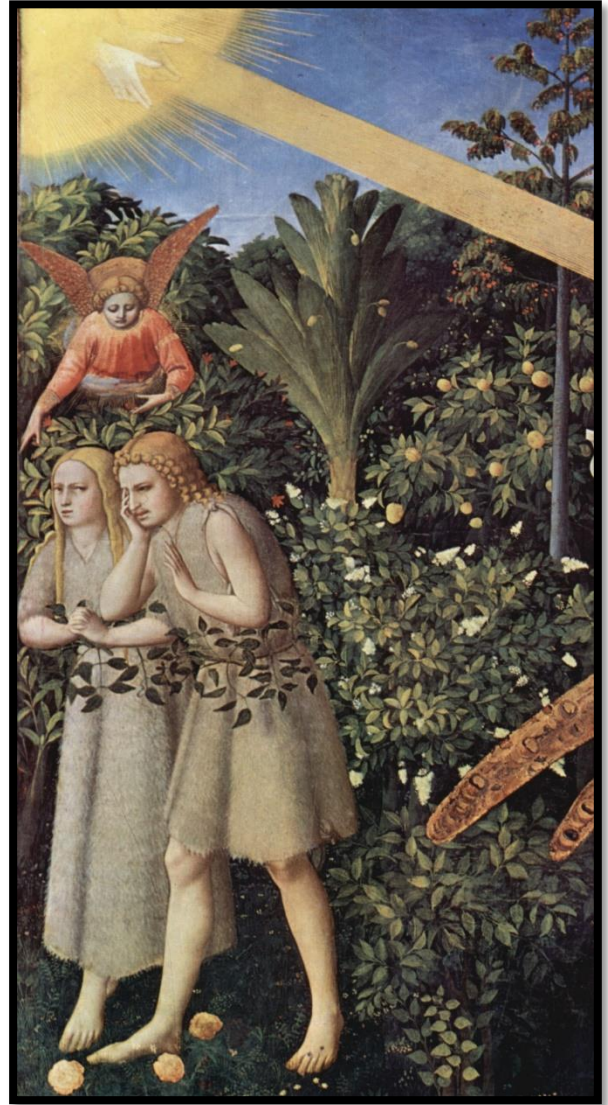


Figura 1 - "Adão e Eva" por Fra Angélico

Se Adão e Eva não tivessem pecado, mas se se tivessem conservado fiéis a Deus, depois de uma permanência feliz e tranquila neste mundo, teriam sido levados por Deus ao Céu, sem morrer, a gozar uma vida eterna e gloriosa.

61) Eram estes dons devidos ao homem?

Estes dons não eram devidos por nenhum título ao homem, mas eram absolutamente gratuitos e preternaturais; e por isso, tendo Adão desobedecido ao preceito divino, Deus pôde, sem injustiça, privar deles a Adão e a toda a sua descendência.

62) Este pecado, é próprio somente de Adão?

Este pecado não é só de Adão, mas é também nosso, embora por diverso título. É próprio de Adão, porque ele o cometeu com um ato da sua vontade, e por isso nele foi pessoal. É nosso, porque tendo Adão pecado como cabeça e fonte de todo o gênero humano, é transmitido por geração natural a todos os seus descendentes, e por isso para nós é pecado original.



63) Como é possível que o pecado original se transmita a todos os homens?

O pecado original transmite-se a todos os homens, porque tendo Deus conferido ao gênero humano, em Adão, a graça santificante e os outros dons preternaturais, com a condição de que ele não desobedecesse, e tendo este desobedecido na sua qualidade de cabeça e pai do gênero humano, tornou a natureza humana rebelde a Deus. Por isso a natureza humana é transmitida a todos os descendentes de Adão num estado de rebeldia contra Deus, privada da graça divina e dos outros dons.

64) Contraem todos os homens o pecado original?

Sim, todos os homens contraem o pecado original, exceto a Santíssima Virgem que dele foi preservada por Deus, com singular privilégio, na previsão dos merecimentos de Jesus Cristo Nosso Salvador.

65) Depois do pecado de Adão, já não poderiam os homens salvar-se?

Depois do pecado de Adão, os homens já não poderiam salvar-se, se Deus não tivesse usado para com eles de misericórdia.

66) Qual foi a misericórdia de que Deus usou para com o gênero humano?

A misericórdia de que Deus usou para com o gênero humano, foi prometer logo a Adão um Redentor divino, ou Messias, enviá-Lo depois a seu tempo, para libertar os homens da escravidão do demônio e do pecado.

67) Quem é o Messias prometido?

O Messias prometido é Jesus Cristo, como nos ensina o segundo artigo do Credo.

Do segundo artigo do “Credo”

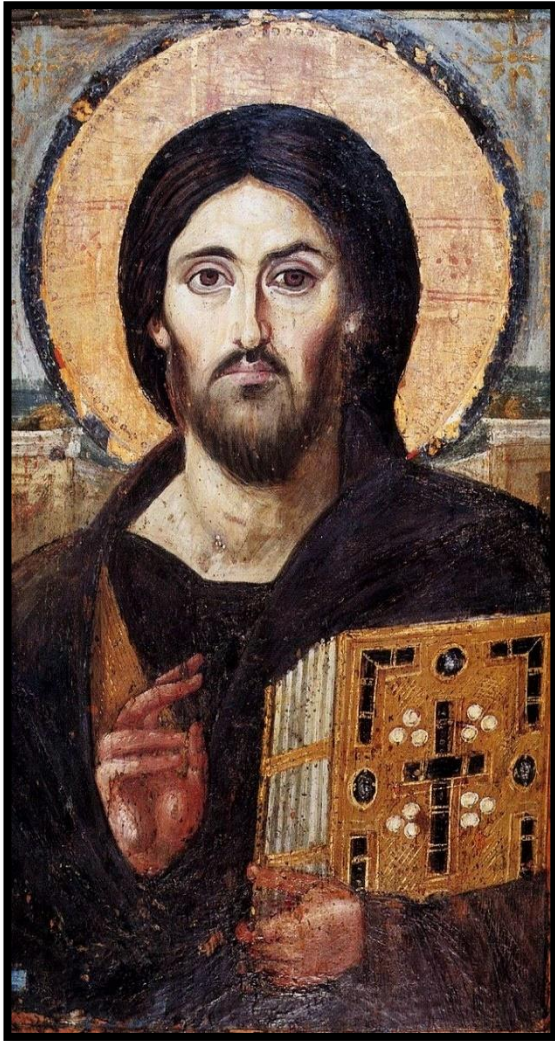


Figura 2 - Ícone "Pantokrátor"

68) Que nos ensina o segundo artigo do Credo: e em Jesus Cristo, Seu único Filho, Nosso Senhor?

O segundo artigo do Credo ensina-nos que o Filho de Deus é a segunda Pessoa da Santíssima Trindade; que Ele é Deus eterno, todo-poderoso, Criador e Senhor, como o Pai; que se fez homem para nos salvar; e que o Filho de Deus feito homem se chama Jesus Cristo.

69) Por que se chama Filho a segunda Pessoa?

A segunda Pessoa chama-se Filho porque é gerada pelo Pai por via de inteligência, desde toda a eternidade; e por este motivo se chama também Verbo eterno do Pai.

70) Sendo também nós filhos de Deus, por que Jesus Cristo se chama Filho único de Deus Pai?

Jesus Cristo chama-se Filho único de Deus porque só Ele é por natureza seu Filho, e nós seus filhos por criação e por adoção.

71) Por que Jesus Cristo se chama Nosso Senhor?

Chama-se Jesus Cristo Nosso Senhor porque, enquanto Deus, juntamente com o Pai e o Espírito Santo, nos criou, como também porque, enquanto Deus e homem nos remiu com seu Sangue.

72) Por que o Filho de Deus feito homem se chama Jesus?

O Filho de Deus feito homem chama-se Jesus que quer dizer Salvador, porque nos salvou da morte eterna que merecíamos por nossos pecados.

73) Quem deu o nome de Jesus ao Filho de Deus feito homem?

Foi o mesmo Pai Eterno que deu o nome de Jesus ao Filho de Deus feito homem, por meio do Arcanjo São Gabriel, quando este anunciou à Virgem Santíssima o mistério da Encarnação.

74) Por que o Filho de Deus feito homem se chama também Cristo?

O Filho de Deus feito homem chama-se também Cristo, que quer dizer Ungido e Consagrado, porque antigamente ungiam-se os reis, os sacerdotes e os profetas e Jesus é Rei dos reis, Sumo Sacerdote e Sumo Profeta.

75) Foi Jesus Cristo verdadeiramente ungido e consagrado com unção corporal?

A unção de Jesus Cristo não foi corporal, como a dos antigos reis, sacerdotes e profetas, mas toda espiritual e divina, porque a plenitude da divindade habita n'Ele substancialmente.

76) Tiveram os homens algum conhecimento de Jesus Cristo antes da sua vinda?

Sim, os homens tiveram conhecimento de Jesus Cristo antes da sua vinda, pela promessa do Messias, que Deus fez aos nossos primeiros pais Adão e Eva, a qual renovou aos santos Patriarcas; e também pelas profecias e muitas figuras que O designavam.

77) Como sabemos nós que Jesus Cristo é verdadeiramente o Messias e o Redentor prometido?

Sabemos que Jesus Cristo é verdadeiramente o Messias e o Redentor prometido, porque n'Ele se cumpriu:

- 1) tudo o que anunciavam as profecias;
- 2) tudo o que representavam as figuras do Antigo Testamento.

78) Que prediziam as profecias acerca do Redentor?

As profecias prediziam acerca do Redentor: a tribo e a família da qual devia sair; o lugar e o tempo do nascimento; os seus milagres e as mais minuciosas circunstâncias da sua Paixão e Morte; a sua Ressurreição e Ascensão ao Céu; o seu reino espiritual,

79) Quais são as principais figuras do Redentor no Antigo Testamento?

As principais figuras do Redentor no Antigo Testamento são o inocente Abel, o sumo sacerdote Melquisedec, o sacrifício de Isaac, José vendido pelos irmãos, o profeta Jonas, o cordeiro pascal e a serpente de bronze, levantada por Moisés no deserto.

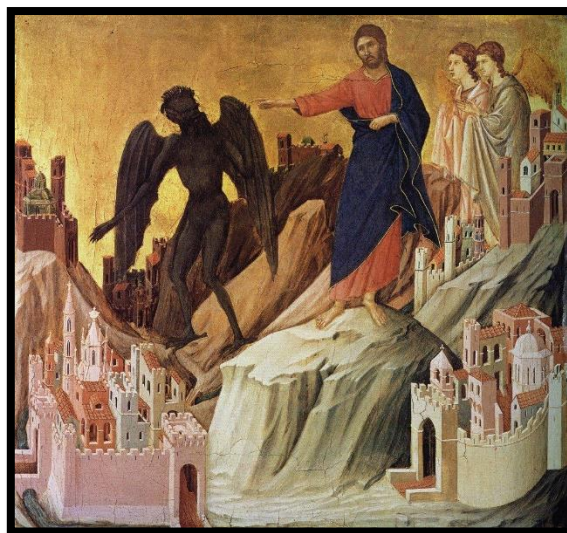


Figura 3 - "O demônio tenta Nosso Senhor" por Duccio di Buoninsegna, séc. XIII. Frick Collection (Nova York).

80) Como sabemos nós que Jesus Cristo é verdadeiro Deus?

Sabemos que Jesus Cristo é verdadeiro Deus:

- 1) pelo testemunho do Pai Eterno, quando disse: “Este é O meu Filho muito amado, no qual tenho posto todas as minhas complacências: ouvi-O”;
- 2) pela afirmação do próprio Jesus Cristo, confirmada com os mais estupendos milagres;
- 3) pela doutrina dos Apóstolos;
- 4) pela tradição constante da Igreja Católica.

81) Quais são os principais milagres operados por Jesus Cristo?

Os principais milagres operados por Jesus Cristo são, além da sua ressurreição, a saúde restituída aos enfermos, a vista aos cegos, o ouvido aos surdos, a vida aos mortos.

Atividade

1 – Memorize, por dia, uma pergunta do catecismo. No final de cada semana, peça para alguém lhe perguntar cada uma delas.

Vida de Oração

Introdução

NESTE volume estudaremos a oração do Rosário. Queremos que esta oração seja bem rezada, bem compreendida e ensinada. Nos volumes passados, foram apresentadas várias orações para serem feitas durante o dia e a oração do Pai-Nosso. Veremos agora a história do Rosário, como rezá-lo e quais são os seus efeitos. Vejamos, antes disto, algumas frases dos Santos sobre esta maravilhosa oração:

“O Santo Rosário é a mais bela de todas as orações, a mais rica em graças e a que mais agrada a Santíssima Virgem. Os erros modernos serão destruídos pelo Rosário.”

São Pio X

"Em outra ocasião, ao não se recordar se já havia recitado o Rosário naquele dia, disse ainda ao Irmão Romito, que procurava dissuadi-lo de recitá-lo: “Ignorais, pois, que desta devoção depende minha salvação?”.

Santo Afonso

“O Santo Rosário contém todo o mérito da oração vocal e toda a virtude da oração mental.”

Santa Rosa de Lima

“No Santo Rosário encontrei os atrativos mais doces, mais suaves, mais eficazes e mais poderosos para me unir a Deus.”

Santa Teresa de Jesus

“O Santo Rosário é a homenagem mais agradável à Mãe de Deus.”

Santo Afonso Maria de Ligório

“O Santo Rosário incendiou os fiéis de amor, e deu-lhes nova vida.”

São Pio V

“Felizes as pessoas que rezam bem o Santo Rosário, porque Maria Santíssima lhes obterá graças na vida, graças na hora da morte e glória no Céu.”

Santo Antônio Maria Claret

“Nunca será considerado um bom cristão, quem não reza o Santo Rosário.”

Santo Antônio Maria Claret

“O Santo Rosário é a melhor devoção do povo cristão.”

São Francisco de Sales

“O Santo Rosário é a mais divina das devoções.”

São Carlos Borromeu

“Desde a minha juventude o Santo Rosário teve um lugar importante na minha vida espiritual.”

São João Paulo II

“Seria impossível citar a multidão, sem conta, de Santos que encontraram no Santo Rosário um autêntico caminho de santificação.”

São João Paulo II

“O Santo Rosário é a arma daqueles que querem vencer todas as batalhas.”

São Pio de Pietrelcina

“A devoção do Santo Rosário cotidiano defronta-se com tantos e tais inimigos, que julgo uma das mais assinaladas mercês de Deus perseverar na mesma até a morte.”

São Luís Maria Grignon de Montfort

“Depois da Santa Missa, a devoção do Santo Rosário faz cair sobre as almas bem mais graças que qualquer outra, e pelas Ave-Marias se opera muito mais milagres que qualquer outra oração.”

São Vicente de Paulo

“Todas as minhas obras e trabalhos têm como base duas coisas: a Santa Missa e o Santo Rosário.”

São João Bosco

“O Santo Rosário é a homenagem mais agradável à Mãe de Deus.”

Santo Afonso de Ligório

“O Santo Rosário é uma oração de grande significado e destinada a produzir frutos de santidade.”

São João Paulo II

“O Santo Rosário foi desde sempre também a oração da família e pela família.”

São João Paulo II

“Eu daria toda a minha ciência teológica pelo valor de uma única Ave-Maria.”

Santo Tomás de Aquino

“A Ave-Maria é um beijo carinhoso que damos em nossa Mãe do Céu. Ela devolve os beijos. Quantas vezes a saudarmos, tantas vezes ela devolverá nossas saudações. Se lhe fizermos mil saudações, mil vezes ela responderá.”

São Bernardo

“Amar a Senhora e rezar o Rosário, porque o Rosário é a arma contra os males do mundo.”

São Padre Pio

“São Bernardo diz que converteu mais almas por meio da Ave-Maria que por meio de todos os seus sermões.”

São João Maria Vianney – o Cura d’Ars

“O meio mais seguro de conhecermos a vontade de Deus é rezarmos à nossa boa Mãe, Maria.”

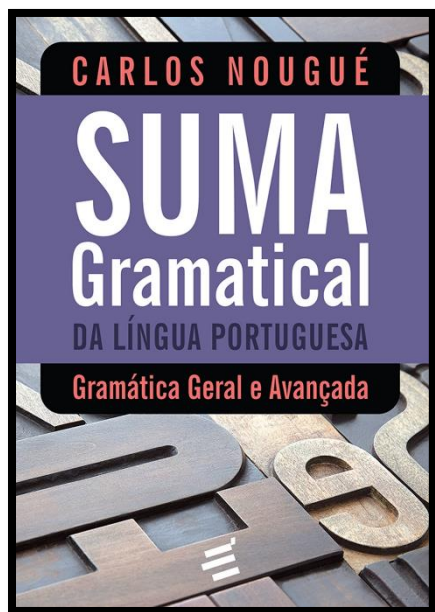
São João Maria Vianney – o Cura d’Ars

Leremos, a partir de agora, metade da obra “O Segredo do Rosário” de São Luís M. G. de Monfort. A obra é dividida em cinquenta capítulos aos quais São Luís deu o nome de “Rosas” (Primeira Rosa, Segunda Rosa, Terceira Rosa etc.). Propomos que seja lido um capítulo por dia e se tome nota do conteúdo dele. A outra metade da obra deverá ser lida no próximo volume. A obra se encontra na área exclusiva do site.



GRAMMÁTICA

Quarta parte: Morfologia, ou tratado da forma das palavras na Língua Portuguesa (Páginas 119-198)



*Suma Gramatical de Carlos Nougé.
Fonte: É Realizações.*

Neste volume estudaremos a terceira parte da Gramática, de Carlos Nougé. Para alcançar tal fim, propomos que realize a revisão de alguns tópicos gramaticais e amplie seus conhecimentos, ao mesmo tempo em que avança na leitura da Suma.

Após a leitura preliminar, leia novamente, pausadamente, e realize os exercícios postulados no final desta disciplina.

Para recordar e aprofundar:

Recordaremos alguns conceitos fundamentais da gramática, vistos ao longo dos anos fundamentais, para que, além de recordar, seja possível aprofundar seus conhecimentos sobre estes conceitos morfológicos e até mesmo repensar tudo o que foi aprendido.

Morfologia

Ao contrário do que dizem a Linguística e, ao menos, a quase totalidade dos gramáticos dos últimos tempos, A PALAVRA É A UNIDADE SIGNIFICATIVA MÍNIMA DA LINGUAGEM. Pois bem, enquanto estuda a palavra como unidade significativa mínima da *linguagem*, a morfologia em verdade não faz senão repetir as conclusões da Lógica. Enquanto, todavia, estuda a palavra como unidade significativa mínima da *língua*, a Morfologia está em terreno próprio – ainda que sempre de algum modo subalternado ao da Lógica.

(NOUGUÉ, 2015, p.126)

Um dos primeiros temas, núcleo dos estudos morfológicos, é a noção sobre o radical. Recorde com atenção.

Radical

RADICAL é o mesmo NÚCLEO LEXICAL da palavra. Mais que isso, porém, nas seguintes séries:

- ✓ *pedr-a, pedr-inh-a, pedr-ada, pedr-eir-o, pedr-e-g-ulh-o, a-pedr-ej-ar, etc.;*
- ✓ *bel-a, bel-íssim-o, bel-eza, bel-a-mente, em-bel-ez-ar, em-bel- ez-a-mento, etc.,*

Podem ver-se os radicais *-pedr-* e *-bel-* em sua função de núcleo lexical a que se filiam uma FAMÍLIA DE PALAVRAS. Nem sempre, todavia, o radical se mantém intacto como nas séries acima. Não raro, em razão de alterações fonéticas de diferente tipo, apresenta uma ou mais variantes. Tome-se o caso do radical *-faz-*, que se filiam, por exemplo:

- ✓ *faz-e-r, fác-il, in-fec-to, di-fíc-il, per-fei-to, etc.*

Como se vê, **RADICAL** é a raiz ATUAL de uma família de palavras em determinada língua.

(NOUGUÉ, 2015, p.141)

Observe estes exemplos:

O radical **-BEL-**:

- **bel-a.**
- **bel-íssim-o.**
- **bel-eza.**
- **bel-a-mente.**
- **em-bel-ez-ar.**
- **em-bel-ez-a-mento.**

Observe que ao radical **-BEL-** se filia uma família de palavras. Mas nem sempre o radical se mantém intacto como nos exemplos acima. Vejamos o caso do radical **-FAZ-**, a que se filiam, por exemplo:

O radical **-FAZ-**:

— **faz**-e-r.

— **fác**-il.

— in-**fec**-to.

— di-**fíc**-il.

— per-**fei**-to.

Vogal temática

A VOGAL TEMÁTICA serve precipuamente para dividir os substantivos e os verbos portugueses em distintos grupos. É mero instrumento gramatical.

(NOUGUÉ, 2015, p.142)

Exemplos:

Vogal temática **-a**: beleza; igreja; aula.

Vogal temática **-e**: ponte; bondade; virtude.

Vogal temática **-o**: fogo; feno; sino.

Vogais temáticas dos verbos: **-a, -e, -i**, vogais que caracterizam as conjugações verbais.

Exemplos:

cantar	vogal temática a	1ª conjugação
perder	vogal temática e	2ª conjugação
partir	vogal temática i	3ª conjugação

Vogais temáticas dos nomes: **-a, -e, -o**, quando em posição final e átona.

Exemplos:

banana, mesa, laranja, cobra

leite, verde, estudante, mestre

banco, sono, belo, menino

Tema

TEMA é o segmento da palavra formado de *radical* mais *vogal temática*. Assim, do radical *cas-* mais a vogal temática nominal *a* se obterá o tema *casa*.

(NOUGUÉ, 2015, p.155)

Exemplos:

— “Era, pois, **livre** a mãe com o seu pequenito e busca sem demora as regiões do Egito!” (Padre José de Anchieta)

Radical: *livr-*

Vogal temática: *-e-*

Tema: *livre*.

Observe estes outros exemplos:

— “É tanta **profundez** dos oráculos sábios, e tão doce o fluir de seus divinos lábios!” (Padre José de Anchieta)

Radical: *profund-*

Vogal temática: *-o-* (substituída pela desinência *-ez*)

Tema: *profundo*.

— “Era, pois, **livre** a mãe com o seu pequenito e busca sem demora as regiões do Egito!” (Padre José de Anchieta)

Radical: *livr-*

Vogal temática: *-e-*

Tema: *livre*.

Desinência

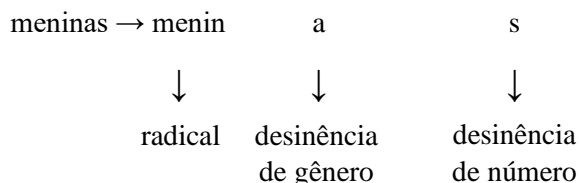
DESINÊNCIA: Ser masculino, feminino ou neutro, singular ou plural, de primeira ou de segunda pessoa, deste ou daquele tempo, e pertencer a este ou àquele paradigma gramatical, nada disso constitui diferença essencial entre as coisas. Por essa razão é que, para significá-lo, convinha manter a *mesma* palavra com *variações* ao fim do radical. São os **Acidentes** das palavras, e dividem-se em sufixos flexionais (ou desinências) e em *vogais temáticas*.

(NOUGUÉ, 2015, p.142)

Há, portanto, dois tipos de desinências:

Nominais: indicam, respectivamente, o gênero e o número dos nomes (substantivos, adjetivos, numerais e pronomes).

Exemplo:



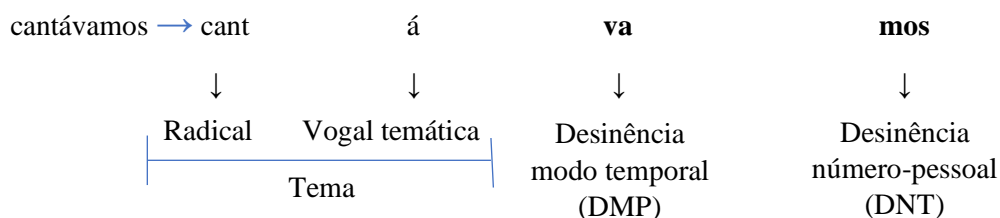
— **Masculino (o):** médico; advogado; matemático.

— **Feminino (a):** médica; advogada; matemática

— **Desinências (-s) e (-es):** pássaros, pares, ovelhas.

Verbais: são as desinências que indicam número, pessoa, modo e tempo.

Exemplo:



— “Consolavas benigno os bons pais que gemiam, restituindo às mães os filhos que perdiam.” (Padre José de Anchieta)

→ As desinências **-va-** e **-ve-** indicam tempo imperfeito (não indicam uma finalização perfeita da ação) do modo indicativo (indica algo certo e não uma dúvida ou ordem) da primeira conjugação (**ar**).

— “Herdarei a coroa, os açoites de escravos, o madeiro nodoso e com a lança os cravos.” (Padre José de Anchieta)

→ As desinências **-ra-** e **-re-** átonas indicam tempo mais-que-perfeito (indica algo que ocorreu antes de uma ação já concluída, portanto mais que perfeita) do modo indicativo (indica certeza e não dúvida ou ordem) das três conjugações (**ar, er, ir**); e **-ra-** e **-re-** tônicas indicam tempo futuro do presente.

— “Que culpa comete que em tais penas me escondes? Com tais gozos, meu filho, à tua mãe respondes?” (Padre José de Anchieta)

→ As desinências **-o, -s, -mos, -is (-des), -m** indicam as pessoas no presente do indicativo.

— “Disso me apossarei, qual legítimo espólio: a paupérrima herdeira eu sou deste sólio.” (Padre José de Anchieta)

→ As desinências **-i, -s, -mos, -is, -o** indicam pessoas no futuro do presente.

Afixos

Existem morfemas que, acrescentados ao radical, formam palavras novas: afixos.

Há dois tipos de afixos: um que aparece antes do radical (**prefixo**) e outro após, depois do radical (**sufixo**):

Prefixos: são os afixos colocados antes do radical.

Exemplos:

— “O tempo tem **des**feito na minha memória impressões de todo o gênero.” (Júlia Lopes de Almeida)

→ **Des**feito: prefixo DES- (prefixo des- adicionado ao tema primitivo -feito).

— “Os naufragos **re**caíram na morna prostração de **des**ânimo.” (Raul Pompéia)

→ **Re**caíram: prefixo RE- (prefixo re- adicionado ao tema primitivo -caíra).

→ **Des**ânimo: prefixo DES- (prefixo des- adicionado ao tema primitivo -ânimo).

Sufixos: são os afixos colocados após o radical.

Exemplos:

— “Difícil, **difícil**mente, conseguirá uma seleta de textos conquistar as boas graças de grande número de professores.” (Leonor Posada e Armando Belluci)

→ Difícil (palavra primitiva) + mente (sufixo) = **difícil**mente (palavra derivada).

— “Vim da Europa, sei, mãe da civilização ocidental, que nos deu tudo, a ciência, as letras, o cristian**ismo**.” (Afrânio Peixoto)

→ Cristiani (tema primitivo) + ismo (sufixo) = cristian**ismo** (palavra derivada).

♣ Responda as questões abaixo:

1. O que é morfologia?
2. Exemplifique o que são morfemas.
3. Qual é a definição de radical?
4. Qual a função de vogal temática?

5. Qual a definição de tema?
 6. Qual a definição de afixo?
- ✦ Indique o radical, a vogal temática e o tema das palavras destacadas a seguir:

Epifania

Murilo Mendes

Eu Te procurei tal qual os três reis **magos**
Que caminhavam através de mares e **desertos**,
Até que um dia uma **estrela** enviada por Ti mesmo
Me **trouxe** até à Tua inefável presença.
Não posso Te **ofertar** o ouro, o incenso e a mirra.
Ofereço-Te a minha alma que Tu mesmo criaste,
Ofereço-Te a minha miséria e a minha poeira.
Suplico-Te que ilumines todos os que Te procuram
E **todos** aqueles que acreditam que **morreste**.
Ainda há muita dor, incompreensão e **treva**
Porque Tu ainda não deste a **volta** ao mundo.

Formação das palavras

Quando estudamos os morfemas, iniciando os estudos morfológicos, começamos a entender como as palavras são constituídas. Para aprofundar seu conhecimento, agora você estudará os processos de formação de uma palavra.

Dois processos de formação

O léxico de uma língua é dinâmico. Há palavras que caem em desuso, outras adquirem novos significados e há ainda aquelas que vão sendo criadas de acordo com novas necessidades. Na formação de palavras, a língua portuguesa obedece, basicamente, a dois processos: derivação e composição.

Derivação

DERIVAÇÃO: são as seguintes as principais notas de derivação própria, ou seja, a sufixal:

- os sufixos sempre se propõem ao radical ou ao tema, ou seja, sempre se encontram ao final do vocábulo;
- trazem menos carga semântica ao radical ou ao tema do que fazem tanto os prefixos como, sobretudo, na composição mais propriamente lexical, os radicais;
- a palavra *derivada* continua na mesma família que o radical ou o tema *primitivos*;
- são os instrumentos próprios para construir famílias vocabulares com presença nas classes fundamentais. Com efeito, pelos chamados sufixos nominais criam-se substantivos e novos adjetivos: por exemplo, de santo (substantivo) criam-se **santidade** (substantivo) e **Santíssimo** (adjetivo);
- pelos chamados sufixos verbais criam-se novos verbos: por exemplo, de santo, **santificar**, de belo, **embelezar**, de puro, **purificar**;
- pelo único sufixo adverbial, *mente*, criam-se novos advérbios: por exemplo, de bela belamente, de caridosa, caridosamente, de tranquila, tranquilamente.

(NOUGUÉ, 2015, p.176)

Derivação é o processo pelo qual palavras novas são criadas a partir de outras já existentes na língua. As palavras novas são denominadas **derivadas** e as que lhes dão origem, **primitivas**.

✦ Apresente três exemplos de palavras derivadas e três de palavras primitivas.

Composição prefixal

Como pode conferir, uma derivação ocorre por prefixação quando à palavra primitiva é acrescentado um prefixo (uma pequena estrutura que se fixa antes do radical).

Exemplos:

in + feliz → **infeliz**
prefixo palavra palavra nova
 primitiva (derivada)
— “Vós guerreir

A vida a um prisioneiro.” (Gonçalves Dias, I-Juca-Pirama)

→ **Con**cedestes: prefixo CON- (prefixo com- adicionado ao tema primitivo -cede).

— “**Inter**vindes, estrela matutina,

Em que o fulgor do dia transparece.” (Duarte de Azevedo, Regina)

→ **Inter**vindes: prefixo INTER- (prefixo inter- adicionado ao tema primitivo -vinde).

♣ Relembre e escreva três exemplos de palavras derivadas por prefixação.

Este tópico, como você observará na Suma Gramatical, apresenta diversidade de nomeação entre os gramáticos, sendo mais logicamente classificado como uma forma de composição e não de derivação, como demonstra Nougé e como estudará mais adiante:

PREFIXAÇÃO: A primeira espécie de composição é, pois, a prefixação. Os prefixos, que de modo geral são partes morfológicas de origem ou prepositiva ou adverbial (as quais podem ou não ter vida própria na língua atual como preposições ou como advérbios), modificam com sua carga semântica mais ou menos precisa o sentido do tema primitivo, para assim formar a nova palavra.

(NOUGÉ, 2015, p.158)

Derivação sufixal ou derivação por sufixação

A derivação ocorre com o acréscimo de sufixo à palavra primitiva (uma pequena estrutura que se fixa depois do radical).

Exemplo:

feliz + **mente** → **felizmente**
palavra sufixo palavra nova
primitiva (derivada)

— “Um passar**inho**, então, imensa**mente** lindo, apareceu a voar, a pipilar, a rir.” (Eugênio de Castro)

→ Passari (tema primitivo) + inho (sufixo) = passar**inho** (palavra derivada).

→ Imensa (palavra primitiva) + mente (sufixo) = imensa**mente** (palavra derivada).

♣ Relembre e escreva três exemplos de palavras derivadas por sufixação.

Derivação prefixal e sufixal

A derivação prefixal e sufixal ocorre com o acréscimo de prefixo (antes do radical) e sufixo (depois do radical).

Exemplo:

in	+	feliz	+	mente	→	infelizmente
prefixo		palavra primitiva		sufixo		palavra nova (derivada)

✦ Relembre e escreva três exemplos de palavras derivadas por prefixação e sufixação.

Derivação parassintética

PARASSÍNTese: em português, a parassíntese consiste na simultaneidade de composição por prefixação e de derivação própria (ou sufixal) sobretudo para formação de novos verbos, quer de base substantiva, quer de base adjetiva.

(NOUGUÉ, 2015, p.185)

Diferente das derivações anteriores aprendidas, a parassíntese ocorre com acréscimo simultâneo de prefixo e sufixo. Não existe a palavra nem apenas com o prefixo nem só com o sufixo, os dois processos ocorrem **necessariamente** ao mesmo tempo.

Exemplo:

em	+	pobr(e)	+	ecer	→	empobrecer
prefixo		palavra primitiva		sufixo		palavra nova (derivada)

(esta palavra existe apenas com os dois afixos: prefixo e sufixo)

Não existe a palavra *pobrecer* e não existe *empobre*, mas sim empobrecer (junção do prefixo **em** + sufixo **ecer**).

— “São Gabriel, arcanjo tutelar,

Vem outra vez abençoar o mar,

Vem-nos guiar sobre a planície azul.” (Camilo Pessanha)

— “Mas será possível expor a verdade da vida interior sem entristecer?” (Jackson de Figueiredo)

— “Hoje já é tarde, pode anoitecer.” (Martins Pena)

✦ Pesquise e registre em seu caderno três exemplos de palavras derivadas por parassíntese.

Derivação regressiva

DERIVAÇÃO REGRESSIVA: Na chamada derivação regressiva ocorre o exato oposto do que se dá na derivação flexional: o vocábulo derivado resulta não da ampliação do derivante, mas de sua redução por subtração de um segmento qualquer de seu final.

- Pela derivação regressiva forma-se de verbos grande quantidade de substantivos: é a também chamada derivação deverbal.

(NOUGUÉ, 2015, p.186)

Como o próprio nome já diz, chama-se derivação regressiva quando, ao formar uma palavra, a palavra derivada (primitiva) se mostra maior do que a nova palavra, ocorrendo, portanto, uma redução, uma regressão da palavra primitiva.

Exemplos:

Balançar → **balança**:

- “Depois de vigiar pelo que lhe pareceu uma eternidade, seus ombros descaíram e a cabeça começou a **balançar**.” (Raymond Alden)
- A **balança** das ideias, nos pensamentos, é fundamental para qualquer decisão.

Cantar → **canto**:

- “Achava o céu sempre lindo.
Adormecia sorrindo
E despertava a **cantar**!” (Casimiro de Abreu)
- “Eu ouço o **canto** enorme do Brasil.” (Ronald de Carvalho)

Comprar → **compra**:

- “Quando eu crescer, vou trabalhar e ganhar dinheiro para **comprar** tudo que precisamos e ainda ajudar os pobres.” (Autor desconhecido)
- “Simão resolveu tentar fazer a **compra** a crédito, mas o comerciante não estava disposto a confiar.” (Autor desconhecido)

Derivação imprópria

Ocorre quando se emprega uma palavra com valor de uma classe gramatical que não é propriamente a sua classe.

Exemplos: Os **bons** têm suas recompensas!



adjetivo substantivado

O professor explicou bem **claro** o tema da redação.



adjetivo adverbializado

Outros exemplos:

- Os **idosos** têm tratamento especial.
- Os **novos** são bem-vindos.
- Fomos assistir a um **musical** incrível.

♣ Encontre os prefixos e os sufixos das palavras grifadas no texto a seguir.

O encontro com Cristo

Paulo Setúbal

Ao cabo de bem longa e bem lancinante **provação** eu me encontrei **afinal** com Cristo. Faz um ano, amigo, que me encontrei “**realmente**” com o Cristo. Minha vida, quando eu O encontrei, havia sido **golpeada** pelo destino com selvagem **ferocidade**. Eu era um imenso **sofredor**. Um vencido. Trazia os olhos **embaciados** de lágrimas grossas. Hora dura foi aquela hora da minha vida. Naquela hora dura, contudo, o Cristo apareceu de improviso no meu caminho. Parecia um homem como os outros homens. Nada de **extraordinário**. Mostrava apenas o aspecto cansado de quem caminha muito...

Ele pôs em mim os seus olhos. Dois olhos grandes e compassivos... Conversamos. Eu vi, sem **detença**, que me havia encontrado com o amigo de que carecia. Com o amigo que é hoje o meu melhor amigo, o amigo supremo. O único amigo certo da hora **incerta**. Depois que O conheci, depois que O fitei de perto, depois que Lhe segurei as mãos, depois que Lhe falei **confiadamente**, tudo, **absolutamente** tudo, mudou a minha existência como por encanto... Desde então, desde que há dentro, na casa **refeita**, essa saúde, esse sol, essa festa, essas flores, esse bulicío **cantante** de pássaros, a **felicidade** veio, com suas leves asas de seda, tecer **silenciosamente** o seu ninho fofo sob o meu teto **renovado**, mas humilde. E aí vive. Mas que felicidade diferente da felicidade que o mundo sonha! É uma felicidade estranha. Felicidade que os homens, correndo atrás de delícias e voluptuosidades, nem sequer suspeitam que existe. Felicidade que é feliz na ventura, mas muito mais feliz na **desventura**. Felicidade que é feliz na alegria, mas muito mais feliz na **tristeza**. Felicidade que é feliz nas horas de **doçura**, mas muito mais feliz, **infinitamente** feliz, nas horas do **sofrimento**. Sim, nas horas do sofrimento. Porque o sofrimento, meu pobre irmão da cadeira de lona, é dádiva do céu...

♣ Preencha os parênteses a seguir com (A) para parassíntese e (B) para derivação regressiva.

- () Procurar = procura/ avançar = avanço / fugir = fuga.
- () Empobrecer.
- () Entardecer.
- () Aportuguesar = português / envelhecer = velho.
- () Combater = combate / atacar = ataque / saltar = salto.

♣ A palavra formada pelo acréscimo de um sufixo é

- a) Imprensa.
- b) Descobrir.
- c) Reforma.
- d) Irracional.
- e) Rigidez.

Composição

Composição é o processo pelo qual palavras novas são formadas pela junção de duas ou mais palavras, ou seja, de dois ou mais radicais. Essas palavras são denominadas **compostas** em oposição às **simples**, que possuem apenas um radical.

A junção das palavras, no processo da composição, pode ocorrer basicamente de duas maneiras:

Composição por justaposição

JUSTAPOSIÇÃO: As partes morfológicas de uma palavra formada por composição mais propriamente lexical podem apenas justapor-se, conservando sua integridade temática.

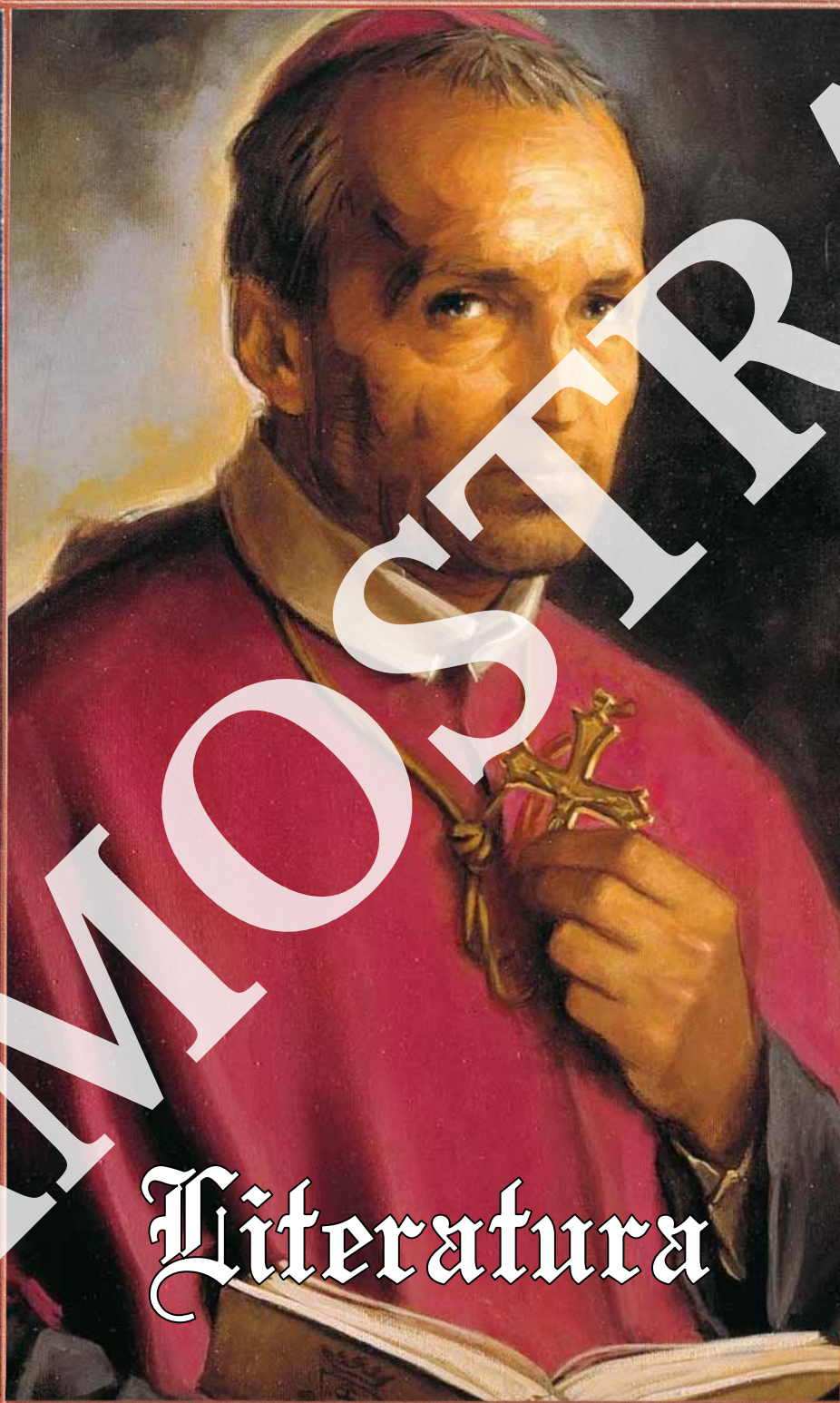
(NOUGUÉ, 2015, p.163)

É a junção em que as palavras não sofrem alteração fonética, apenas se justapõe, como demonstram os exemplos:

Exemplos:

ponta	+	pé	→ pontapé
gira	+	sol	→ girassol
porta	+	bandeira	→ porta-bandeira

Como visto acima, no processo de justaposição, as novas palavras permanecem com o mesmo tema. A justaposição acontece de várias formas:



Literatura

Linha do Tempo dos Santos

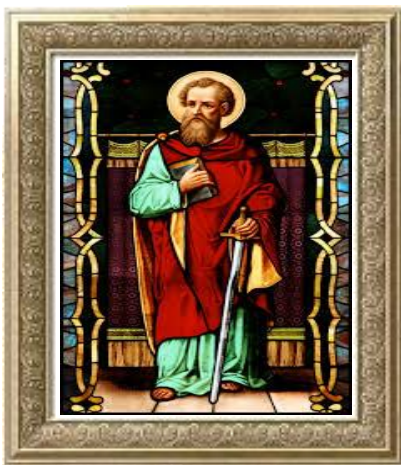
Durante os três anos do Ensino Médio você deverá elaborar uma *linha do tempo* com todos os Santos da Igreja que são apresentados nesta disciplina de Língua Portuguesa.

Recorte as imagens dos respectivos Santos e, de acordo com as datas de nascimento e falecimento, ordene e elabore a linha do tempo. Sugerimos que utilize sempre a folha de papel sulfite, na posição horizontal, para que seu trabalho fique organizado.

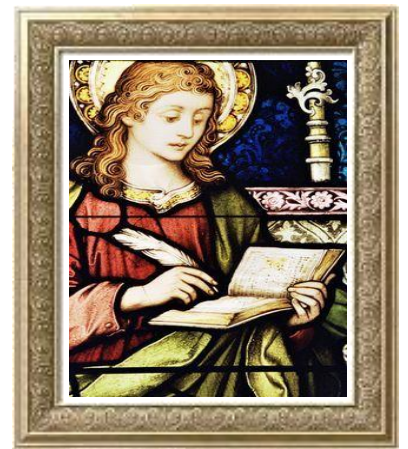
Abaixo de cada imagem, você deverá acrescentar uma frase significativa de autoria do Santo, ou que remeta a ele, e deverá memorizá-la (observe o exemplo de São Pedro, a seguir).

Ao término do Ensino Médio você poderá encadernar as folhas e recordar, com gratidão, todas as graças e ensinamentos que Deus foi lhe concedendo por meio da leitura e aprendizado da vida de cada exemplo de santidade!

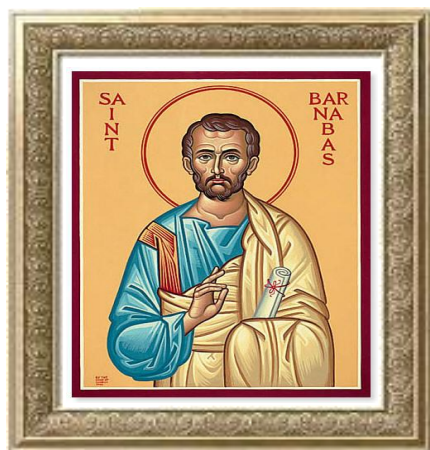
Século I



São Paulo



São João Evangelista

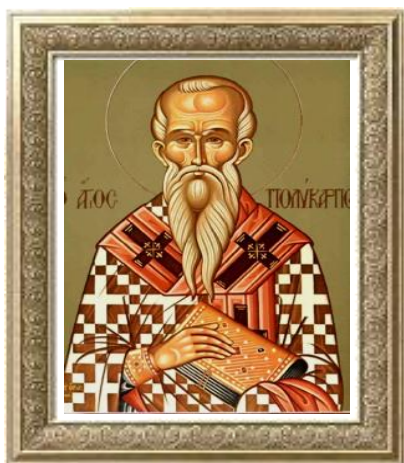


São Barnabé

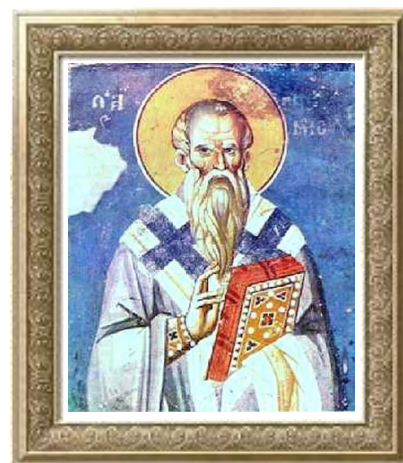


Santo Inácio de Antioquia

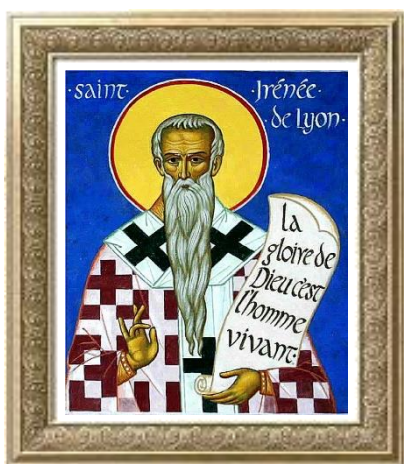
Século II



São Policarpo



São Clemente de Alexandria



Santo Irineu de Lyon



São Justino

Exemplo:

Linha do Tempo dos Santos

São Pedro



Século I

(?) – 67 d.C.

"... Senhor, a quem iremos? Só Tu tens palavras de vida eterna." (São João 6, 68)

Leitura Mensal

A Árvore da Vida

Referência Bibliográfica:

WOHL, LOUIS DE. **A Árvore da Vida**. São Paulo: Edições Paulinas, 1962.

Atividades

1. Qual o tipo literário desta obra? Qual é a técnica literária que o autor empregou?
2. Qual é o assunto tratado nesta obra?
3. Qual o objetivo do tradutor, Pio Benedito Ottoni, com esta tradução?
4. Comente sobre a historicidade da obra.
5. Identifique as cidades/regiões referidas na obra com as suas atuais denominações:
Camulodunum –
Londinum –
Eburacum –
Verulamium –
Trácia –
Britânia –
Gália –
6. “Se você não pode cuidar de coisas pequenas, como poderá cuidar das grandes?”
 - a) De qual personagem partiu esta indagação?
 - b) Você consegue identificar, no Evangelho, o que diz Jesus sobre o ser fiel no pouco?
7. “Nós não fazemos outros povos trabalharem para nós, e não obrigamos os outros a combater por nós, – como Roma faz.”

→ Quem faz esta crítica e com quem conversava? Comente o conteúdo.

8. O que significa a expressão em latim “*Anno Domini*”?

9. Sobre o exército romano, identifique:

Legião –

Coortes –

Legionários –

Manípulos –

Centúrias –

Legados –

Tribunos –

Centuriões –

10. Explique onde localizam-se as Colunas de Hércules.

11. “Tudo de que eles cuidavam era de seus lucros e de seus prazeres: encher os bolsos, encher a barriga e dormir em alguma coisa macia e flexível. E era assim não só em Roma, mas em Nápoles, em Atenas, em Bizâncio, em Alexandria e em toda parte do Império.” (p. 77)

→ Qual a semelhança com o nosso mundo atual? Justifique.

12. “Eu construí uma igreja em Verulam em memória de Albano. A voz de Helena era tranquila e firme – Quis que sua memória perdurasse através dos séculos.” (p. 205)

→ O que levou Helena a consagrar a igreja à Santo Albano?

13. “Constantinus começou a tamborilar com os dedos na mesa que tinha defronte de si. Ele estava um pouco contrariado por ter sido arrastado para o terreno da dialética por esse querido velho crédulo.

– Você, porém, não viu esses milagres.

– Nem combati em Farsália ou na tomada de Jerusalém, sob Tito, – respondeu Cúrio, dando de ombros. – Mas isso significa que eu sou crédulo por crer que Jerusalém foi tomada?

– Mas, homem; esses fatos são históricos...

– Eu sei. É justamente isto. Também o são os milagres de Cristo. Fatos históricos. Relatos por testemunhas de vista. Não posso ver por que razão devo acreditar em Flavius Josefus quando ele fala da destruição de Jerusalém, e não no Apóstolo João quando este refere os milagres de Cristo Não tenho razão alguma para duvidar da sinceridade quer de um, quer de outro, desses autores.” (p. 135)

→ Comente, a partir do conteúdo deste parágrafo, sobre a necessidade da Apologética.

14. Escreva sobre o que você gostou nesta obra.

15. “Este povo é de melhor raça, – disse, – mas há pouca gente, e por quê? Porque todo o país é uma grande floresta. Teremos de abater tudo isso e transformar a província em campos agrícolas. Cuidarei disso. E ele tem um plano para levar as águas de um lago de lá, o Lago Pelso, para o Danúbio.” (p. 176)

→ Comente este parágrafo relacionando-o com as ideologias ecologistas de nosso tempo.

16. “Acredito porque não sei; se soubesse, não teria necessidade de acreditar.”

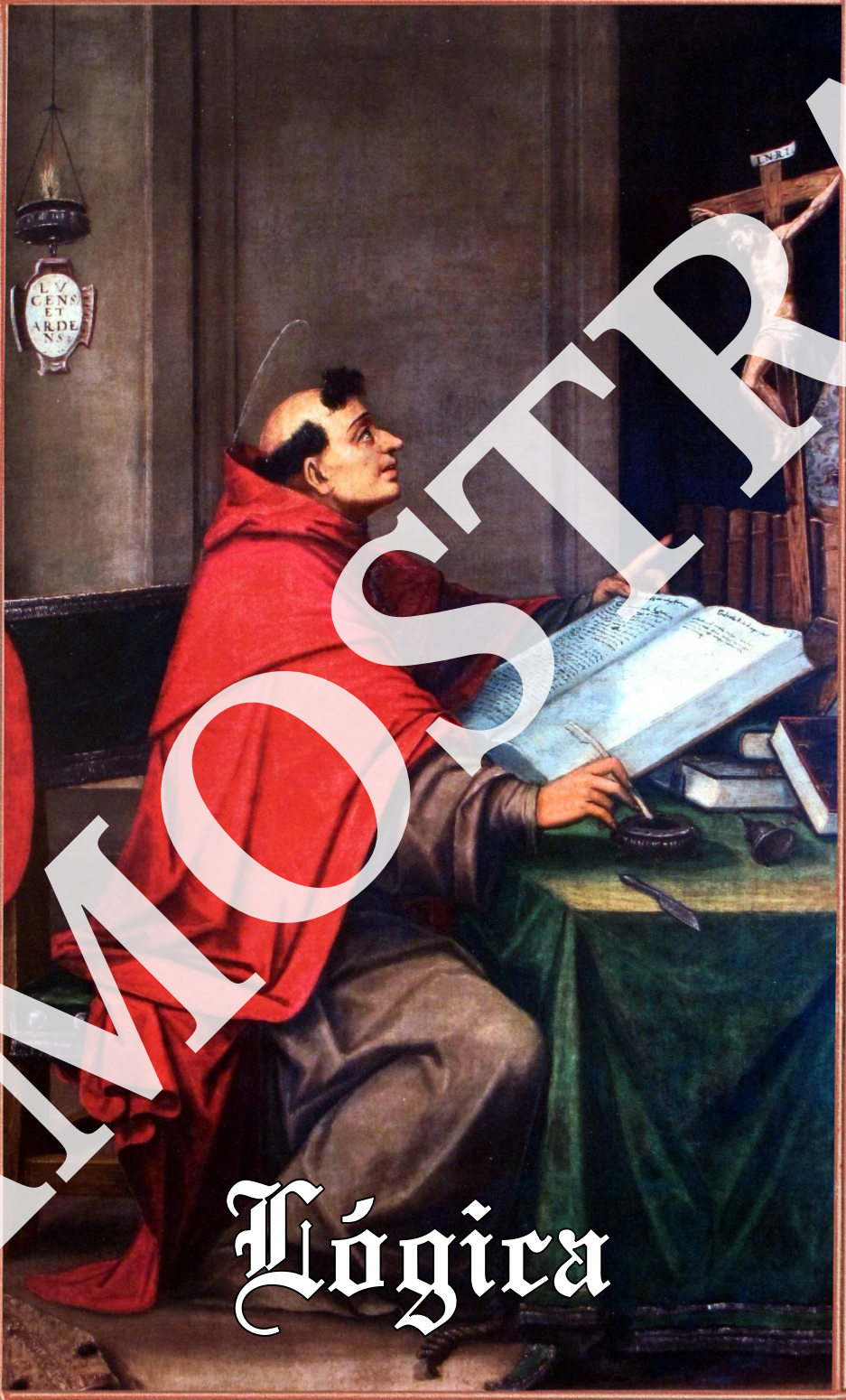
→ Explique esta frase dita por um dos cristãos, personagem do livro.

17. “Por este sinal vencerás.”

→ Comente este acontecimento.

18. O que foi o Edito de Milão?

19. Descreva o encontro da Cruz de Nosso Senhor Jesus Cristo por Helena.



Lógica

Capítulo 1

Introdução à Filosofia

Usaremos neste estudo de Lógica a obra de Dom Thiago Sinibaldi, *Elementos de Filosofia*¹. Antes, porém, de entrarmos no estudo da Lógica, analisaremos alguns aspectos da Filosofia.

1. Filosofia

FILOSOFIA (*philosophia*), que no sentido etimológico significa *amor à Sabedoria*, pode definir-se como a Ciência que trata das causas supremas dos entes², descobertas pela luz natural da razão.

A Filosofia é Ciência, pois Ciência, em geral, é uma série de conhecimentos certos, coordenados e relativos a um determinado objetivo; que trata das **causas supremas dos entes**, pois esta Ciência não se ocupa das causas mais óbvias e próximas dos entes, mas sobre as mais elevadas ou supremas, descobertas pela luz natural da razão, visto que a Filosofia se eleva ao conhecimento das causas supremas, não com o auxílio da luz sobrenatural da Fé, mas sim da luz própria da razão.

Definição: A Filosofia é a Ciência que trata das causas supremas dos entes, descobertas pela luz natural da razão.

- 1) O que é Filosofia?
- 2) O que é Ente?
- 3) À qual luz recorreremos para conhecer as causas supremas dos entes?
- 4) Memorize a definição de Filosofia e de Ente.

Obs: Devido à importância e a complexidade do assunto, faremos as atividades ao longo do conteúdo, prezando pela memorização dos conceitos e a reflexão dos assuntos tratados nos parágrafos mais importantes. Isto será feito por meio destes quadros que serão inseridos entre os parágrafos. O gabarito das questões está no término deste volume.

Quando nos referimos à CAUSA, dizemos, no sentido mais lato, que é tudo o que explica de algum modo o ente, e que, por isso, nos pode levar ao seu conhecimento. Em cada ente encontramos muitas e diversas causas, que o constituem ou de que depende ou que de algum modo o explicam. Estas causas, em cada gênero, estão por tal forma relacionadas e ordenadas, que uma depende da outra e todas de uma primeira, a qual é a razão suficiente de todas e a todas dá luz e firmeza. Nossa inteligência não se satisfaz com a superficial observação dos fatos, nem com a consideração das causas próximas ou ínfimas, mas eleva-se e progride sempre e não descansa, enquanto não chega às causas últimas e supremas, enquanto não descobre o último porquê da coisa, de modo que não tenha outras perguntas a fazer. Esta é a Filosofia.

As causas últimas são intrínsecas ou extrínsecas, conforme se referem à essência ou à existência do ente. Tanto as intrínsecas, como as extrínsecas, podem ser últimas relativamente (num certo gênero), ou absolutamente. São intrínsecas e relativamente últimas as leis do pensamento na ordem dos atos da inteligência e as leis morais na ordem dos atos da vontade; são causas intrínsecas e absolutamente últimas as essências dos entes. A causa extrínseca e absolutamente última de todos os entes finitos é Deus.

Definição: Causa é tudo o que explica de algum modo o ente, e que, por isso, nos pode levar ao seu conhecimento.

¹ SINIBALDI, Dom Thiago. *Elementos de Filosofia: Lógica, Ontologia e Cosmologia*. Roma, 1927.

² Ente (lat. ens, entis) é o que há de mais evidente, sendo por isso a primeira coisa que se conhece (primum cognitum); **ente são todas as coisas que têm ser** (por participação do Ser [Esse], que é Deus).

- 5) Pela razão conhecemos as causas dos entes. A Filosofia se ocupa de quais causas?
- 6) Quem é a causa extrínseca e absolutamente última de todos os entes?
- 7) Memorize a definição de causa.

A Filosofia chama-se comumente Ciência, e não Sabedoria. A razão é porque Ciência significa, em geral, **o conhecimento das causas dos entes**, mas a Sabedoria (*sapientia*) denota um certo saber ou gosto, que experimenta o nosso espírito, quando possui um perfeitíssimo conhecimento de uma coisa. Por isso, **a Sabedoria é um perfeitíssimo conhecimento das coisas, pelo qual as próprias coisas são percebidas em todas as suas causas, mesmo nas mais remotas, e em todos os seus princípios, mesmo nos mais elevados**. Ora como a razão humana, entregue a si mesma, dificilmente pode alcançar esse perfeitíssimo conhecimento, com muita exatidão e propriedade atribuímos a Filosofia a dignidade de Ciência e não de Sabedoria. Poderia objetar-se que a Filosofia é Sabedoria, porque a Sabedoria consiste no conhecimento da causa suprema e altíssima, que é Deus, e a Filosofia trata de Deus. Respondemos que a Filosofia seria simplesmente Sabedoria, se julgasse das coisas criadas pelo critério das coisas divinas: porque a Sabedoria é, propriamente, o conhecimento das coisas pela causa altíssima. Mas não é assim. Nós não julgamos das coisas criadas pelo critério das coisas divinas, mas, pelo contrário, julgamos das coisas divinas pelo critério das coisas criadas: isto é, não conhecemos as criaturas por meio de Deus, mas conhecemos Deus por meio das criaturas, e por isso o nosso conhecimento é Ciência, e não Sabedoria. Tal é a doutrina de Santo Tomás. Por isso o nome de Sabedoria convém propriamente à Teologia Revelada e, sobretudo, àquele dom sobrenatural que tem esse nome e consiste em julgar de todas as coisas em conformidade das relações que elas têm com Deus. Todavia, às vezes, Ciência e Sabedoria tomam-se do mesmo sentido.

A Filosofia chama-se comumente **CIÊNCIA** e não Sabedoria.

- 8) Por que a Filosofia é uma Ciência?
- 9) O que é a Sabedoria?
- 10) Por que a Filosofia não é Sabedoria? Explique o meio pelo qual conhecemos a Deus pela luz natural da razão.

2. Objeto da Filosofia

O objeto, pois, da Filosofia é constituído pelas *causas supremas* dos entes, enquanto são conhecidas pela luz natural da razão. Por isso, a Filosofia é só uma Ciência, porque, embora considere muitos e diversos entes, quer na ordem subjetiva quer na ordem objetiva, considera-os, contudo, sob um só aspecto, isto é, nas respectivas *causas supremas*, e distingue-se não só das Ciências *Naturais*, que se ocupam das causas próximas dos entes, mas também da Teologia *Revelada*, que se elevará à Causa Altíssima de todos os entes pela luz sobrenatural da Fé.

Definição: O objeto da Filosofia é constituído pelas **causas supremas dos entes**, enquanto são conhecidas pela luz natural da razão.

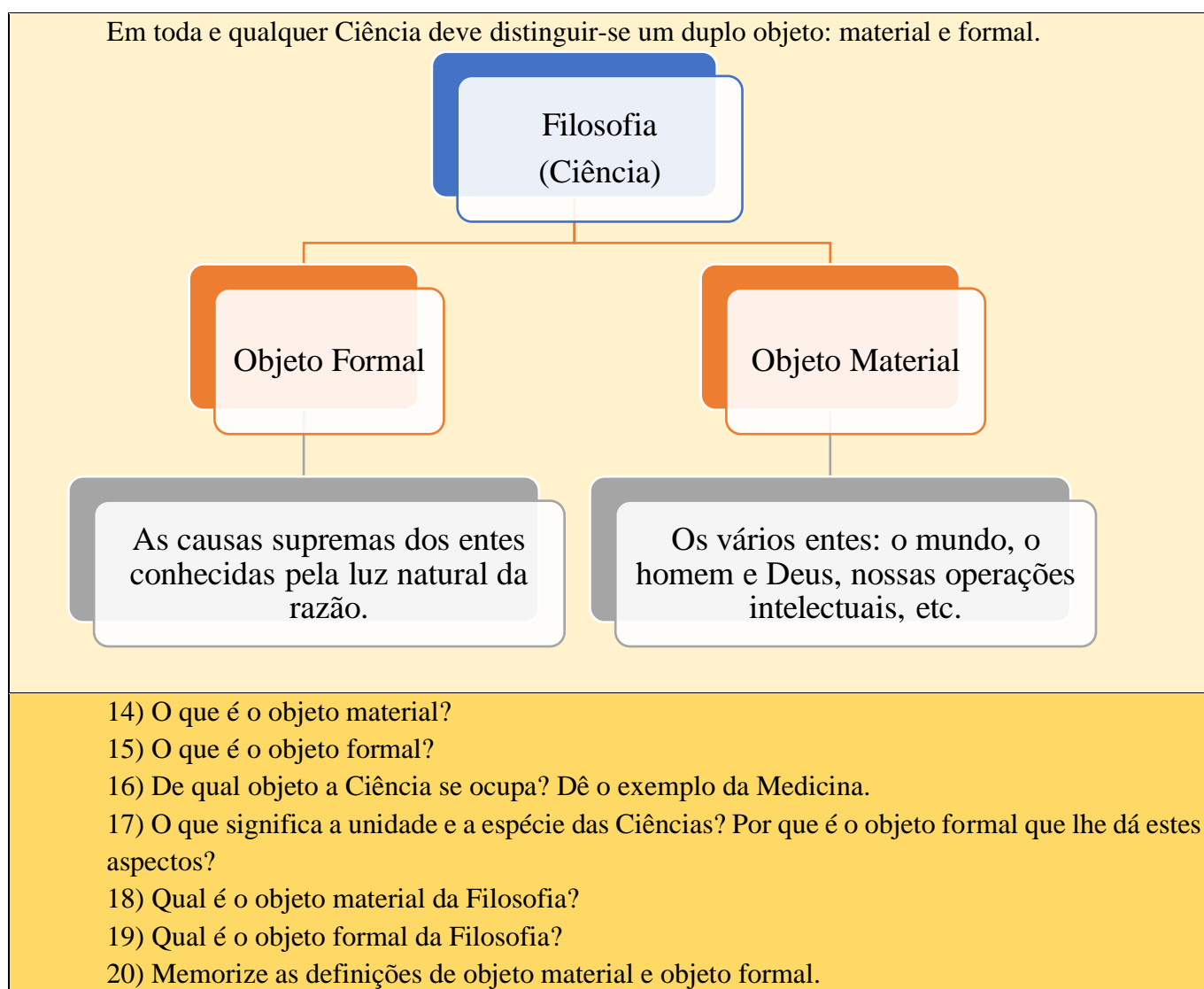
- 11) Qual é o objeto da Filosofia?
- 12) Em que sentido a Filosofia se difere das Ciências Naturais e da Teologia Revelada?
- 13) Memorize o objeto da Filosofia.

Em toda e qualquer Ciência deve distinguir-se um duplo objeto: *material e formal*. **O material é o ente que a Ciência atinge**: assim o corpo humano é o objeto material da Medicina, **o formal é a razão, o aspecto sob o qual e pelo qual a Ciência atinge o ente**; assim a sanidade é o objeto formal da Medicina, uma vez que esta Ciência não se ocupa de nosso corpo senão enquanto deve ser curado. O objeto formal é própria e verdadeiramente o objeto da Ciência. E é este o objeto e não o material, que dá às Ciências a **unidade e a espécie**:

– **a unidade**, pela qual a Ciência é e diz-se una, quando, embora trate de coisas materialmente diversas, considera-as sob um único aspecto; assim, por exemplo, a Zoologia é uma só Ciência, pois trata de vários seres sob a única razão de animalidade;

– **a espécie**, pela qual uma Ciência difere de outra, quando consideram o mesmo objeto material, embora o consideram sob diferente aspecto; assim a Anatomia distingue-se da Fisiologia, pois, embora se ocupem do mesmo corpo humano, a Anatomia considera a estrutura dele e a Fisiologia, as funções.

Feita esta distinção, percebemos que o objeto material da Filosofia é constituído pelos vários entes, que são o mundo, o homem, Deus, os atos da inteligência e da vontade, etc.; e o **objeto formal consiste nas causas supremas desses vários entes, enquanto são conhecidas pela luz natural da razão**. Por isso, a Filosofia, é uma só Ciência, pois considera tudo sob o mesmo único aspecto, e é especificamente diversa de todas as outras Ciências que consideram apenas as causas próximas dos esses – como as Ciências Naturais – ou consideram as causas supremas enquanto são conhecidas pela luz sobrenatural da Fé, como a Teologia Revelada.³



³ É, pois, manifesto o erro de Larimigièrre e de Jouffrouy, quando dizem que a Filosofia não tem um objeto próprio e determinado, e dos positivistas, quando afirmam que a Filosofia não é uma Ciência especial, mas é uma classificação de Ciências. As causas supremas, descobertas pela luz natural da razão, são o objeto formalmente próprio da Filosofia, que não compete a nenhuma outra Ciência. Da unidade e da espécie deste objeto deriva a unidade e a espécie desta Ciência. Os adversários partem do falso princípio que a unidade e a espécie de uma Ciência dependem da unidade e da espécie do objeto material, e não do objeto formal.

3. Divisão da Filosofia

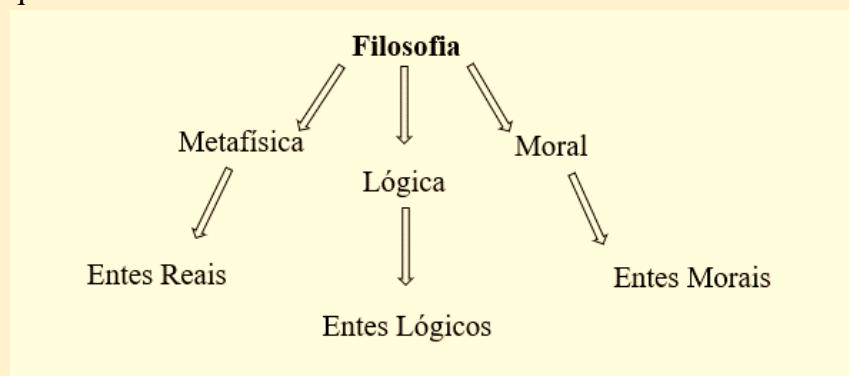
A Filosofia divide-se em três partes, que são a Lógica, a Metafísica e a Moral. Na verdade, as causas supremas dos entes, que esta Ciência investiga, podem referir-se ou aos entes objetivos, que não dependem de nós no seu ser, ou aos entes subjetivos que dependem de nós no seu ser, enquanto derivam da nossa inteligência, e são os entes lógicos, ou derivam da nossa vontade, e são os entes morais. Dos entes objetivos, considerados nas suas causas supremas, ocupa-se a Metafísica; dos entes lógicos, a Lógica; dos entes morais, a Moral. A Metafísica subdivide-se em quatro partes, que são a Ontologia, a Cosmologia, a Antropologia e a Teodiceia, conforme se ocupa do ente, considerado em geral, ou trata do mundo, do homem, de **Deus**.

A Filosofia divide-se em três partes: Lógica, Metafísica e Moral. As causas supremas dos entes, que a Filosofia investiga, referem-se:

- aos **entes objetivos ou reais** (que não dependem de nós no seu ser. Por exemplo: o mundo (toda a criação), os homens e Deus. Estes entes não dependem de nós para existirem).
- aos **entes subjetivos ou lógicos** (que dependem de nós no seu ser. Por exemplo: uma **ideia**, que é a representação intelectual de alguma coisa, ou seja, é uma imagem gravada na inteligência. Nesta imagem a inteligência vê a própria coisa que a ideia representa. Portanto, é um ente uma vez que existe, mas depende de nós, isto é, da nossa inteligência para existir).
- aos **entes morais** (que derivam da nossa vontade, logo também dependem de nós no seu ser. Por exemplo: o amor é um ato humano pelo qual a vontade se compraz no bem, que a inteligência lhe apontou como amável por si mesmo e honesto. O amor também é um ente que depende de nós no seu ser).

Os entes objetivos (ou reais) são objetos da Metafísica. Os entes subjetivos (ou lógicos) são objetos da Lógica. Os entes morais (que também dependem de nós em seu ser) são objeto da Moral.

Veja o esquema abaixo:



21) Quais são as três partes da Filosofia?

22) A Filosofia investiga as causas supremas de quais três tipos de entes?

23) Por que os entes objetivos (ou reais) não dependem de nós no seu ser? Por que os entes lógicos e morais dependem de nós para existirem?

24) Copie o esquema acima.

25) Memorize as três partes da Filosofia e os objetos de cada uma.

Diz Santo Tomás: **O ofício do homem sábio é ordenar** (isto é, dispor as coisas de modo que uma se refira à outra); porque a Sabedoria é a principal perfeição da razão, e é próprio desta faculdade conhecer a ordem... Ora a ordem refere-se à razão por quatro modos. Há uma ordem que a razão não estabelece, mas unicamente considera; tal é a ordem das coisas naturais. Há uma outra ordem que a razão, refletindo, estabelece nos próprios atos, quando coordena as suas ideias e os signos das ideias que são as palavras. Há uma terceira ordem que a razão, refletindo, estabelece nas coisas externas que produz, por exemplo, numa casa. A ordem que a razão apenas considera nas coisas, mas não produz, é o objeto próprio da Filosofia Natural (a qual se reduz à Metafísica). A ordem que a razão estabelece nos atos próprios pertence a Filosofia

Racional (que é a Lógica). A ordem que a razão estabelece nos atos da vontade pertence a Filosofia Moral (que é a Ética). A ordem, finalmente, que a razão estabelece nas coisas externas que produz pertence às Artes Mecânicas (daí a Filosofia das Artes, chamada Estética). Deste modo a Filosofia abrange quatro partes que são: a Lógica (Ciência da verdade subjetiva), a Metafísica (Ciência da verdade objetiva), a Estética (Ciência do belo), a Moral ou Ética (Ciência do bem). Como a Filosofia não trata ex professo das Artes Mecânicas, mas limita-se a expor os princípios do belo, a Estética pode reduzir-se à Metafísica, e assim teremos três grandes partes irreduzíveis que são a Lógica, a Metafísica e a Moral. Note-se que o homem, embora seja um só ente pode, contudo, considerar-se sob um tríptico aspecto e assim ser objeto das três partes da Filosofia. O homem é um ser real e, como tal, é objeto da Metafísica, que o considera na sua natureza. É um ser racional, isto é, que raciocina, portanto, os atos da sua razão formam o objeto da Lógica, que os regula para a consecução da verdade. É um ser moral e os atos de sua vontade são o objeto da Moral, que os ordena para a *consecução do fim conveniente*.

4. Disposição das partes da Filosofia

A Lógica deve preceder às outras partes da Filosofia, **pois ensina as regras, que a nossa inteligência deve seguir, em toda e qualquer Ciência, para alcançar, provar e defender a verdade**. A Metafísica deve preceder a Moral; pois é pela consideração do mundo, do homem e de Deus, que chegamos a conhecer o princípio, o fim e a norma dos nossos atos morais. Na Metafísica estuda-se primeiramente a Ontologia que, tratando do ente em geral, subministra os princípios fundamentais de todas as Ciências. Depois a Cosmologia, porque a primeira realidade que se oferece à nossa consideração é o mundo exterior. Em seguida a Antropologia, não só porque o homem é a síntese de todos os entes visíveis, mas também porque ele reflete sobre ele mesmo depois de ter contemplado o mundo. Finalmente a Teodiceia, porque é pela consideração do mundo, e sobretudo do homem, que nos elevamos ao conhecimento da existência e das infinitas perfeições de Deus.

A ordem que seguimos na disposição das partes da Filosofia, pode chamar-se *doutrinal ou lógica*, porque corresponde ao progresso dos nossos conhecimentos. Pomos em primeiro lugar a Lógica, **porque, antes de raciocinar, o homem deve aprender as leis e o modo do raciocínio**. Por isso a Lógica deve prepor-se não só às outras partes da Filosofia, mas também a todas às outras Ciências, porque em todas se emprega o raciocínio. Outros escritores, seguindo a ordem ontológica, principiam pela Ontologia, porque esta parte da Metafísica trata das primeiras e universalíssimas ideias e propriedades de todas as coisas, e considera os primeiros e supremos princípios de todas as Ciências. Mas como poderemos nós raciocinar acerca do ente e seus atributos se não conhecemos o modo de raciocinar legitimamente? Outros, como Gratry, seguindo a ordem da dignidade, sustentam que o estudo da Filosofia deve principiar pela Teodiceia, porque, dizem, Deus é o Ser absoluto e necessário, de quem todas as coisas recebem a inteligência e a inteligibilidade. Mas estes escritores confundem a ordem da realidade com a ordem do conhecimento. Deus é o primeiro ente na ordem da realidade, porque tudo deriva Dele: mas não é o primeiro ente na ordem do conhecimento, porque é pelas criaturas que subimos ao Criador. Outros, e são os Cartesianos, seguindo a ordem psicológica, começam pela Psicologia (que é uma parte da Antropologia); porque, dizem, sendo as faculdades da alma os meios de que, como de instrumentos, o homem se serve para alcançar a verdade, é necessário conhecer primeiramente essas faculdades e por isso a essência da alma, de que derivam. Mas a razão aduzida não é convincente. Do fato das faculdades da alma serem os instrumentos de que nos servimos para a consecução da verdade, não se segue que, para o reto uso dessas faculdades, seja necessário conhecê-las na sua natureza e no seu princípio: porque, para isso, basta que se admita a sua existência e o seu reto e legítimo modo de operar, assim como, para o reto uso de um instrumento, não é preciso que se conheça a qualidade da matéria de que foi feito, mas basta que se conheça a sua virtude ou operação natural, e o modo porquê se emprega.

A Lógica deve ser a primeira parte da Filosofia a ser ensinada, **pois ensina as regras que a nossa inteligência deve seguir em toda e qualquer Ciência, para alcançar, provar e defender a verdade.** Pomos em primeiro lugar a Lógica **porque, antes de raciocinar, o homem deve aprender as leis e o modo do raciocínio.**

Ordem imutável das partes da Filosofia:



- 26) Mostre o motivo pelo qual a Lógica deve preceder todas as outras Ciências.
- 27) Por que não podemos começar pela Ontologia, pela Teodiceia e pela Psicologia?
- 28) Explique a ordem que deve ser seguida para o conhecimento correto das coisas.
- 29) Como se chama a ordem seguida no texto?

5. Relação entre a Filosofia e as Ciências Naturais

A Filosofia é mais excelente que as Ciências Naturais – A excelência de uma Ciência mede-se pela excelência do objeto de que trata e do fim que atinge. Ora, o objeto da Filosofia, enquanto teórica ou especulativa, é mais excelente que o objeto das Ciências Naturais, pois a Filosofia considera o mundo, o homem, Deus, e considera estes seres nobilíssimos nas causas ou razões supremas e remotas, ao passo que as Ciências Naturais ou não se ocupam destes objetos ou se ocupam apenas de alguns deles (do mundo, do homem), limitando-se a descobrir as causas ou razões mais óbvias e próximas. O fim que a Filosofia, enquanto prática, atinge e que é a consecução do fim último, isto é, do Bem infinito na ordem natural, é superior ao fim, que as Ciências Naturais atingem e que é a consecução de um bem material ou temporal. Logo a Filosofia é mais excelente que as Ciências Naturais.

Podemos estabelecer a nossa tese sobre outra base. O grau de perfeição ou excelência de uma Ciência depende do seu grau de abstração. Uma Ciência é tanto mais perfeita, quanto mais é abstrata. Ora, nenhuma Ciência é mais abstrata que a Filosofia; e por isso essa excede, em excelência, todas as outras Ciências.

A Filosofia é mais excelente que as Ciências Naturais.

30) Por que a Filosofia é mais excelente que as Ciências Naturais?

31) Do que depende os graus de perfeição ou excelência de uma Ciência?

A Filosofia é necessária para a compreensão das Ciências Naturais – **As causas dos entes estão por tal modo coordenadas entre si, que as mais óbvias e próximas dependem das supremas e remotas.** Sendo assim, é claro que as Ciências Naturais, que têm por objeto as mais óbvias ou próximas causas, somente na Filosofia, que tem por objeto as causas supremas ou remotas, podem encontrar a última razão das suas questões, o termo último das suas investigações, pois as razões próximas dependem das supremas, e destas recebem a inteligibilidade e a certeza. Logo, a Filosofia é necessária para a compreensão das Ciências Naturais.

A Filosofia, tendo por objetivo próprio e específico as causas supremas das coisas, descobre e ensina os princípios primeiros e universais, que devem servir de fundamento a todas as Ciências. Por isso, além de ser vínculo que liga e reúne em uma síntese grandiosa e admirável todas as Ciências Humanas, é absolutamente necessária para a compreensão, isto é, para o perfeito conhecimento das outras Ciências. Por exemplo, é necessária para a compreensão da Matemática. Na verdade, à Matemática procede sempre pela

abstração e pelo raciocínio, mas é a Filosofia que, além de dar a Matemática os primeiros princípios, que são a base de toda a Ciência, forma o espírito para o raciocínio e para a abstração. É necessária para a compreensão da Física, pois, a Física, por se basear na observação e indução e estudar as causas próximas dos fenômenos sensíveis, não pode prescindir da Filosofia, que determina as condições e as regras da observação e da indução, e se eleva à Causa Primeira e absolutamente Suprema. É necessária para a compreensão do Direito Positivo⁴, pois o Direito Positivo funda-se no Direito Natural que é o objeto da Filosofia Moral.

A Filosofia é necessária para a compreensão das Ciências Naturais – As causas dos entes estão por tal modo coordenadas entre si, que as mais óbvias e próximas dependem das supremas e remotas.

32) Mostre o motivo de dizermos que a Filosofia é necessária para a compreensão das Ciências Naturais.

6. Relações entre a Filosofia e a Teologia Revelada

Sobre a relação entre a Filosofia e a Teologia Revelada, gostaríamos de destacar dois pontos: a Filosofia é uma Ciência independente da Teologia Revelada e a Filosofia é inferior, em dignidade, à Teologia Revelada.

Para explicar o primeiro ponto, basta percebermos que uma Ciência é independente da outra quando não recebe desta, nem os princípios em que se funda, nem as conclusões que deduz, nem os meios de que se serve para deduzir dos princípios as conclusões. Ora, a Filosofia não recebe da Teologia nem os princípios, nem os meios, nem as conclusões. Os princípios da Filosofia são conhecidos pela luz natural da razão; as conclusões são deduzidas destes princípios e os meios são o silogismo e a indução, porque estes são formados à luz dos mesmos princípios racionais. Por isto, a Filosofia independe da Teologia Revelada.

A Filosofia é uma Ciência independente da Teologia Revelada e é inferior a esta.

33) De que modo podemos dizer que a Filosofia é uma Ciência independente da Teologia?

A Filosofia pertence ao grupo das Ciências Racionais, isto é, daquelas Ciências que a razão forma através das suas forças naturais, e, por isso, é uma Ciência autônoma, independente de toda e qualquer Ciência, mesmo da Teologia Revelada. De fato, a Filosofia já existia, quando apareceu a divina luz do Cristianismo, e não pode dizer-se que, ao aparecer desta luz, ela perdesse a própria independência; visto que Nosso Senhor Jesus Cristo veio a este mundo, não para destruir a natureza, mas para a aperfeiçoar e enobrecer. E todos sabem que, quando no meado do século XIX, dois escritores franceses, Bonald e Lamennais, pretenderam obrigar a razão humana a pedir os primeiros princípios e os primeiros motivos de certeza à Revelação sobrenatural, a Igreja, não só não aceitou, mas reprovou e condenou essa pretensão. A ordem natural não pode fundar-se na ordem sobrenatural; cada uma tem as suas bases. Mas daqui não se segue que a Filosofia deva prescindir da Teologia Revelada ou da Fé. É permitido a razão do filósofo seguir os próprios princípios e as suas livres tendências, sem que seja dirigida, de um modo positivo ou direto, pela Revelação, contanto que não contradiga as verdades divinamente manifestadas e não invada a esfera superior da Teologia. É uma subordinação indireta, que não se opõe a autonomia. Diz o Concílio Vaticano I:

“A Fé não proíbe as Ciências de servirem-se, cada uma na sua esfera, dos seus princípios próprios e do seu método particular; mas, embora reconheça sempre esta justa liberdade, vela com cuidado para que

⁴ Posteriormente, em uma disciplina própria de Fundamentos do Direito, veremos uma distinção mais detalhada entre Direito Positivo e Direito Natural, por hora, basta-nos saber que a diferença é que o Direito Natural independe do Estado ou de leis, sendo inerente a todo o ser humano, possuindo caráter universal, imutável e atemporal.

não aceitem erros, metendo-se em oposição com a doutrina divina, nem invadam e perturbem, saindo dos seus limites, a esfera e as verdades da Revelação” (Constituição *Dei Filius*).

A Filosofia pertence ao grupo das Ciências Racionais, isto é, daquelas Ciências, que a razão forma através de suas forças naturais. A ordem natural não pode fundar-se na ordem sobrenatural; cada uma tem as suas bases.

34) Explique o erro dos franceses Bonald e Lamennais a respeito da autonomia da Filosofia.

35) Qual é o limite que o filósofo tem em relação à Teologia?

36) Copie o artigo do Concílio Vaticano I.

Pelo segundo ponto dizemos que a Filosofia é inferior, em dignidade, que a Teologia Revelada. É inferior quanto ao objeto, pois a Filosofia, mesmo que pela luz natural da razão, se eleve às causas supremas e até à Causa absolutamente primeira, não descobre senão poucas verdades relativas a Deus e de um modo muito imperfeito; ao passo que a Teologia Revelada, guiada pela luz sobrenatural da Fé, descobre muitas outras verdades relativas a Deus, que transcendem a capacidade de toda a inteligência criada.

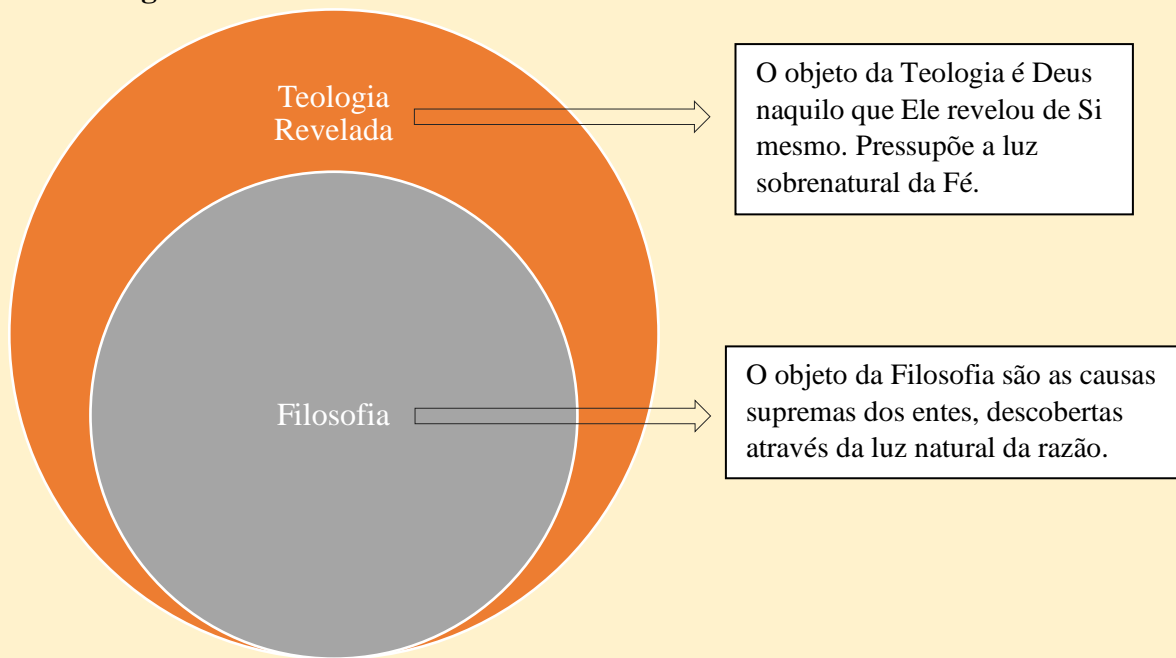
É inferior quanto a certeza, pois a Filosofia é guiada no conhecimento dos princípios e na dedução das conclusões, pela luz natural da razão, que pode enganar-se e muitas vezes se engana; ao passo que a Teologia é guiada no conhecimento dos princípios, que são os artigos da Fé, pela luz da Ciência Divina, que não se engana e não pode enganar e na dedução das conclusões, pelo menos das que se relacionam com esses artigos, pelo Magistério infalível da Igreja.

É inferior quanto ao fim, pois a Filosofia dispõe o homem para o fim último natural, que consiste na contemplação de Deus pelas criaturas, ao passo que a Teologia Revelada ordena o homem para o fim último sobrenatural, que consiste na visão intuitiva de Deus.

Por estes três motivos a Filosofia é inferior à Teologia. Além disto, Santo Tomás demonstra que à Teologia, especulativa e prática, é superior, em dignidade, a todas às outras Ciências, especulativas e práticas, que se guiam pela luz natural da razão. Adverte o Santo Doutor que as dúvidas e incertezas que se levantam no nosso espírito acerca de um ou outro artigo de Fé, nascem, não da incerteza objetiva dos mesmos artigos, mas da fraqueza subjetiva da inteligência criada (*Sum. Th. P. 1, q. 1, a. 5*).

A Filosofia é inferior em dignidade à Teologia Revelada. A luz natural da razão se eleva às causas supremas e até a Causa primeira de um modo muito imperfeito. É pela luz sobrenatural da Fé que descobrimos as verdades mais sublimes de Deus.

Ordem de dignidade das Ciências:



- 37) Por que a Filosofia é inferior à Teologia quanto ao objeto estudado?
- 38) Por que a Filosofia é inferior à Teologia quanto ao conhecimento dos princípios?
- 39) Por que a Filosofia é inferior à Teologia quanto ao fim?
- 40) Segundo Santo Tomás, de onde surgem as dúvidas acerca dos artigos de Fé?

7. Utilidade da Filosofia

Uma vez que se constata que a Teologia é superior à Filosofia, pode-se perguntar o porquê de se estudar Filosofia ou qual sua utilidade. A esta questão respondemos que o estudo da Filosofia é utilíssimo para o indivíduo e para a sociedade.

Para o indivíduo é utilíssimo, pois a Filosofia aperfeiçoa as mais nobres faculdades de que o homem é dotado que são a inteligência e a vontade. Aperfeiçoa a inteligência, elevando-a ao conhecimento das causas supremas dos seres criados, e até ao conhecimento do próprio Deus. Aperfeiçoa à vontade, guiando-a pela prática das virtudes morais à consecução da felicidade eterna, ainda que na ordem natural.

Parece evidente que a Filosofia aperfeiçoa a inteligência, mas nem todos pensam que também aperfeiçoa à vontade, o que é ainda mais importante. A retidão da vontade é imensamente mais preciosa, mais útil, mais necessária que a ilustração da inteligência. Toda a perfeição da nossa vontade, mesmo na ordem natural, resume-se e consiste no amor ao Sumo e Infinito Bem. Este amor desperta-se e aumenta à vista das perfeições criadas, enquanto estas são um reflexo das infinitas perfeições de Deus. Se são amáveis as criaturas, infinitamente mais amável é o Criador.

O estudo da Filosofia é utilíssimo ao indivíduo, pois aperfeiçoa as mais nobres faculdades de que o homem é dotado que são a inteligência e a vontade.

Filosofia



Inteligência: pela Filosofia, eleva-se ao conhecimento das causas supremas dos entes.

Vontade: pela Filosofia, a vontade é guiada pela prática das virtudes morais até a consecução da felicidade eterna.

- 41) De que modo o estudo da Filosofia aperfeiçoa a inteligência?
- 42) De que modo o estudo da Filosofia aperfeiçoa à vontade?
- 43) Por que o aperfeiçoamento da vontade é ainda mais importante que o aperfeiçoamento da inteligência?
- 44) Memorize o motivo pelo qual a Filosofia é utilíssima ao indivíduo.

E para a sociedade também é utilíssima pois, a sociedade, sendo uma reunião de indivíduos para o alcance de um bem comum, exige o concurso eficaz e proporcionado de todos seus membros. Tal concurso dos membros da sociedade consiste na soma de forças, especialmente morais, com que eles conspiram para o fim e que derivam da aplicação dos princípios da verdade e da moralidade. Estes princípios da verdade e

da moralidade, de cuja aplicação derivam as forças morais, são ensinados e inculcados pela Filosofia, por isso, a Filosofia é utilíssima para a sociedade.

Os costumes correspondem às ideias. Se isto se verifica nos indivíduos, muito mais se verifica na sociedade: porquanto, se os indivíduos podem estar e estão, mais ou menos, em contradição consigo mesmos, as multidões seguem sempre o impulso dos seus princípios. Negai Deus, o livre arbítrio, a propriedade; e vereis a que pode chegar e chega uma sociedade. Daí a insipiência dos homens políticos, que proíbem a liberdade da ação, e depois permitem a liberdade do pensamento. É a Filosofia que dirige o mundo. O conflito dos interesses das paixões nasce, muitas vezes, de uma ideia que um escritor lançou no seio da sociedade e que parecia dever ficar sempre no campo da abstração. A Filosofia é sempre a luz da história. Se quisermos conhecer a civilização de um povo ou de uma época, devemos examinar a maneira porque esse povo ou sua época compreendeu o direito, a autoridade, a liberdade, etc. É na Filosofia de Sócrates, de Platão e de Aristóteles que deve procurar-se a inteligência da História Grega nos séculos V e VI antes de Cristo, como nas teorias de Epicuro se encontra a explicação da corrupção e da decadência, que se seguiram. As glórias do século XIII coincidem com a grande época da Filosofia Escolástica. Foi o espiritualismo cristão de Descartes, de Bossuet, de Malebranche, de Leibnitz e de tantos outros, que fez o século de Luiz XIV. É impossível ter uma ideia exata da Revolução Francesa e dos princípios que a inspiraram, se não se conhece a Filosofia do século XVIII. A teoria que o capital é um roubo não tem sido e não é hoje porventura, a causa da revolução social, que ameaça cobrir o mundo de sangue e de ruínas? Podemos, portanto, concluir que a história do mundo é a história das suas ideias.

O estudo da Filosofia é utilíssimo também para a sociedade. Esta é a reunião de indivíduos para o alcance de um bem comum.

- 45) Como o estudo da Filosofia beneficia a sociedade? E como as ideologias podem pervertê-la?
46) Por que podemos concluir que a história do mundo é a história das suas ideias?

8. Disposições para o estudo da Filosofia

Segundo Dom Thiago Sinibaldi, as principais disposições são três: oração humilde e fervorosa, grande pureza de coração e ardente amor da verdade. É necessária a oração, pois, sendo Deus o Senhor das Ciências, o Pai das luzes, a Ele deve recorrer quem deseja a sapiência. É necessária a pureza de coração, pois, um coração que se arrasta no lodo das mais vis paixões não pode elevar-se à contemplação de coisas nobilíssimas, como são as que trata a Filosofia. É necessário o amor da verdade, pois, só este amor provoca o desejo de saber, conforta as forças e vence as dificuldades, subordina as ideias às coisas e não as coisas às ideias, e, se detesta o erro, ama sinceramente o errante.

As principais disposições para o estudo da Filosofia são:

- I) oração humilde e fervorosa,
- II) grande pureza de coração,
- III) e ardente amor da verdade.

- 47) Por que a oração, a pureza e o amor da verdade são essenciais ao estudo da Filosofia?
48) Memorize as disposições para o estudo da Filosofia.

9. Fontes da Filosofia

Sendo a Filosofia o conhecimento natural dos entes pelas causas supremas, é claro que as suas legítimas fontes devem ser os livros dos escritores que trataram, com verdade e sapiência, os grandes problemas relativos ao mundo, ao homem, à Deus. Sobre todos os escritores levanta-se, como o Sol entre os outros astros, o grande Santo Tomás de Aquino, a quem, pela sublimidade de talento e pela inocência de

vida, a Igreja deu o nome de Doutor Angélico. Tudo o que de verdade se encontra nos escritos dos filósofos pagãos, dos Padres e Doutores da Igreja, e de todos os sábios que o precederam, Santo Tomás não só conheceu perfeitamente, mas argumentou, completou e ordenou com tal firmeza de princípios, com tal severidade de raciocínio, com tal perspicuidade e propriedade de linguagem, que a sua doutrina não só resolve e esclarece os mais árduos problemas, mas se adapta maravilhosamente às necessidades de todos os tempos, e tem a força de refutar todos os erros passados, presentes e futuros. Levado por esses motivos, o Santo Padre Leão XIII declarou Santo Tomás de Aquino *Patrono de todas as escolas católicas*.

Alguns dizem que a filosofia de Santo Tomás envelheceu, que não corresponde às necessidades de nossos tempos, nem conserva a força e a eficácia necessária para confutar os adversários da verdade. Mas erram. Santo Tomás não deduz as suas conclusões senão dos princípios e da essência das coisas, e, como os princípios são imutáveis e as essências necessárias, também as conclusões são imutáveis e necessárias. Por isso, a doutrina do Angélico satisfaz as necessidades e exigências da mente humana em todo e qualquer tempo, e tem a eficácia de confutar todas as dificuldades dos adversários, em todos os tempos. A Filosofia Escolástica, de que Santo Tomás é o principal representante, foi chamada justamente a *Filosofia do Senso Comum*, e, por isso, deve ser seguida por todos que ainda não renunciaram a esse bom senso.

Nem se diga que a Filosofia de Santo Tomás é contrária às descobertas e ao progresso das Ciências Naturais. Santo Tomás não só não é contrário às Ciências Naturais, mas, ensinando que a nossa inteligência não pode elevar-se ao conhecimento das coisas imateriais senão pelo conhecimento das coisas materiais, ensinou, ao mesmo tempo, com a palavra e o exemplo, que o filósofo deve investigar diligentemente os segredos da natureza e ocupar-se do estudo das Ciências Físicas. Os melhores cientistas confessam que entre os princípios da Escolástica e as descobertas certas das Ciências Naturais não só não existe verdadeira oposição, mas, pelo contrário, reina a mais perfeita harmonia. E se houvesse, num caso determinado, uma verdadeira e averiguada oposição (o que não é impossível, pois as Ciências Naturais não tinham, no século XIII, o desenvolvimento que têm hoje), o filósofo, amigo unicamente da verdade, não deveria ter dúvida em rejeitar uma conclusão, embora defendida pelos mais afamados mestres, ou pelo próprio Santo Tomás. É esta a norma inculcada pelo mesmo Santo Padre Leão XIII na célebre encíclica *Aeterni Patris* (4 de agosto de 1879).

49) Por que Santo Tomás de Aquino é “o Sol entre os outros astros”?

50) Por que a Filosofia de Santo Tomás jamais se tornará obsoleta?

Começaremos agora o estudo da Lógica propriamente dito.

Capítulo 2

Lógica

10. Lógica

LÓGICA (do grego logos – discurso, razão) é a **Ciência que dirige, por meio de leis, as operações da nossa razão, para que ordenada e facilmente alcancemos a verdade.** Todos os homens têm uma certa aptidão natural para dirigir e coordenar as suas operações intelectuais. **É a Lógica Natural.** Mas essa aptidão não era suficiente. Foi necessário que, por meio da reflexão e da análise, se formasse um sistema completo de leis, reguladoras do pensamento: de modo que chegássemos à aquisição da verdade por um caminho fácil e direito. Este sistema de leis é a Lógica Artificial, ou Científica, de que nos ocupamos.

O homem nasce com um ardente desejo de conhecer a verdade. Juntamente com esse desejo, o sapientíssimo Criador deu-nos uma aptidão proporcionada, um critério natural, pelo qual nos servíssemos, com retidão, das faculdades cognitivas e descobríssemos anteriormente a todo e qualquer magistério ou ensino, algumas leis ou regras fundamentais, que nos ajudassem a chegar à verdade. Estas regras, assim descobertas, constituem a Lógica Natural. A ela devemos o conhecimento de muitas verdades que são dotadas de evidência imediata, e de muitas conclusões que espontaneamente derivam dessas verdades. Mas a Lógica Natural, embora muito útil, não basta. Por quanto, a verdade está, por vezes, tão escondida aos nossos olhos e tão cercada de dificuldades, que não é fácil percebê-la. Por isso, podendo aperfeiçoar-se a natureza pela arte, foi necessário aperfeiçoar essas regras da Lógica Natural, completando-as e coordenando-as de modo que a nossa inteligência pudesse:

- produzir os seus atos com facilidade, sem confusão e sem erro;
- fazer bem as demonstrações, embora complexas;
- deduzir reta e legitimamente as conclusões, remota e confusamente, contidas nos princípios;
- defender a verdadeira doutrina das objeções, apresentadas sob as aparências da verdade.

Este trabalho de aperfeiçoamento não é difícil para o homem. Dotado de reflexão, pode ele estudar e analisar os atos da própria inteligência e descobrir a maneira de os produzir com facilidade, com ordem e sem erros. O conjunto dessas regras, que foram descobertas pela reflexão e completam as da Lógica Natural, constitui a Lógica Artificial ou Científica. Donde se vê que a Lógica Artificial se distingue da Natural, como o perfeito se distingue do imperfeito.

Definição: Lógica é a Ciência que dirige, por meio de leis, as operações da nossa razão, para que ordenada e facilmente alcancemos a verdade.

- 1) O que é a Lógica Natural?
- 2) O que é a Lógica Artificial?
- 3) A Lógica Artificial aperfeiçoa a Lógica Natural. Por que não bastava a Lógica Natural? O que a Lógica Artificial veio completar?
- 4) Memorize a definição de Lógica.

11. Objeto e Lógica

O objeto da Lógica é constituído pelas nossas operações intelectuais, enquanto devem ser dispostas e ordenadas para a consecução da verdade. Daí a diferença entre a Lógica e as demais Ciências, pois nenhuma destas estuda o pensamento para o dirigir a seu fim.

O objeto da Lógica, como o de qualquer outra Ciência, divide-se em material e formal. O objeto material, que é tudo o que a Ciência atinge, é constituído pelas nossas operações intelectuais; o objeto formal, que é o aspecto sob o qual a Ciência atinge ou considera o objeto material, é a ordem que a razão deve estabelecer nas suas operações para alcançar a verdade. Em todas as Ciências, é indispensável a ordem entre os vários entes de que elas tratam: mas nenhuma delas, exceto a Lógica, tem por objeto a própria ordem. Por isso a Lógica poderia definir-se: a Ciência da ordem nas operações intelectuais.

A Lógica não só difere de todas as demais ciências racionais, mas também das outras partes da Filosofia, com as quais parece identificar-se e que são a Dinamilogia (tratado das faculdades), a Ideologia (tratado das ideias), e a Ontologia. Difere da Dinamilogia, pois esta considera as faculdades enquanto são faculdades derivadas da essência da alma ou do composto. A Lógica considera essas faculdades enquanto meios para alcançar a verdade. Difere da Ideologia, porque esta trata das ideias enquanto atos ou produtos vitais, determinando a sua natureza, propriedades e origem, ao passo que a Lógica considera as ideias enquanto devem ser ordenadas para a consecução da verdade. Difere da Ontologia, porque esta atinge a verdade enquanto objetiva, isto é, enquanto existe na realidade, ao passo que a Lógica considera a verdade enquanto subjetiva, isto é, enquanto termo de nossos conhecimentos.

Definição: O objeto da Lógica é constituído pelas nossas operações intelectuais, enquanto devem ser dispostas e ordenadas para a consecução da verdade. O objeto material da Lógica são nossas operações intelectuais, enquanto o objeto formal é a **ordem que a razão deve estabelecer nas suas operações para alcançar a verdade**. Deste modo, lógica é a Ciência da ordem nas operações intelectuais.

5) Qual é o objeto da Lógica?

6) Qual é a importância da ordem na Lógica?

7) Memorize a definição do objeto da Lógica e a distinção entre seu objeto material e formal.

12. A Lógica é Arte e Ciência

a) É;Arte. Porquanto, **Arte é o conjunto de regras ou preceitos que ensina a executar, com perfeição, alguma coisa**. Ora a Lógica é um conjunto de regras ou preceitos que ensina a fazer, com perfeição, a definição, a divisão, o raciocínio, etc. Logo a Lógica é Arte.

A Lógica não só é Arte, mas é a Arte das Artes, porque dirige o ato à razão, da qual derivam todas as Artes. Diz Santo Tomás: “A razão pode dirigir não só os atos das outras faculdades, mas até os seus próprios atos. A faculdade intelectual tem o poder de refletir sobre si mesma pois que a inteligência se entende a si mesma e a razão pode raciocinar acerca do seu ato. E por isso, assim como pelo fato de a razão raciocinar acerca do ato das mãos foi inventada a arte do pedreiro e do carpinteiro pela qual o homem pode exercer, com facilidade e com ordem, os atos destas artes, assim também, pelo mesmo motivo, é necessária uma arte diretiva do próprio ato da razão, pelo qual o homem, nos seus raciocínios, processa com ordem, com facilidade e sem erro. Esta arte é a Lógica, isto é, a Ciência Racional, a qual é racional, não só porque é conforme a razão (o que é comum a todas as Artes), mas também porque se refere ao ato da razão, como é sua própria matéria. Por isso pode chamar-se a Arte das Artes, porque dirige o ato da razão, do qual derivam todas as Artes. (I Post. Analyt,1.1).

A Lógica é Arte e Ciência. É arte pois a Lógica é um conjunto de regras que ensina a fazer, com perfeição, a definição, a divisão, o raciocínio, etc. E isso é a Arte, ou seja, um conjunto de regras que ensina a executar com perfeição alguma coisa.

8) Por que a Lógica é Arte?

9) Por que Santo Tomás chama a Lógica de Arte das Artes?

b) É Ciência. Com efeito, é próprio da Ciência deduzir dos princípios intrínsecos que constituem a essência de um objeto, as propriedades ou os atributos do mesmo objeto, e, se se trata de dar regras, deduzi-las dos próprios princípios das coisas a que essas regras se referem; pois que a Ciência é o conhecimento das coisas pelas suas causas. Ora, a Lógica deduz dos princípios que constituem a natureza do raciocínio, da definição, da divisão, etc., as regras para a reta formação do mesmo raciocínio, etc. Logo a Lógica é Ciência.

A Lógica não só é Ciência, mas é a Ciência das Ciências, porque dirige a própria razão, da qual derivam todas as Ciências. E é uma Ciência especial, isto é, distinta de todas as outras Ciências. Porquanto, as Ciências distinguem-se pelos seus objetos formais. Ora o objeto formal da Lógica, como dissemos, é a ordem nos atos intelectuais; distingue-se do objeto formal das outras Ciências, que se ocupam de uma série de verdades relativas a uma coisa, mas não se ocupam do modo de conseguir a verdade. Por isso a Lógica não é o instrumento próximo e próprio de cada Ciência, mas é o instrumento remoto e comum a todas as Ciências porque prescreve as leis do raciocínio, que se hão de observar em toda e qualquer Ciência.

Concluimos que a Lógica é, ao mesmo tempo, Arte e Ciência, mas sob diferentes aspectos. É Arte, porque dá as normas para a reta formação do raciocínio, etc. É Ciência, porque dá a razão das normas que prescreve. Logo a Lógica é uma Ciência prática. De tudo o que deixamos dito, resulta a excelência da Lógica. Todavia esta é inferior, em dignidade, às outras partes da Filosofia. Com efeito, o que se procura por amor é inferior ao que se procura por si mesmo; pois o meio é inferior ao fim. Ora, a instrução, que se no estudo da Lógica é um meio para o conhecimento perfeito das outras partes da Filosofia e, em geral, de todas as Ciências.

A Lógica é Ciência, pois é próprio da Ciência deduzir dos princípios intrínsecos que constituem a essência e as propriedades de um objeto. A Ciência é o conhecimento das coisas pelas suas causas. Por exemplo: quando o biólogo estuda uma célula animal busca conhecer tudo aquilo que possa explicar a mesma, ou seja, sua constituição, seu funcionamento, a razão de ela existir, a sua função no homem e na natureza, etc, não se satisfazendo com a superficial observação dos fatos e buscando todos os porquês. Deste modo, ele está buscando o conhecimento pelas suas causas e isso é Ciência. Ora, a Lógica deduz dos princípios que constituem a natureza do raciocínio e as regras para a reta formação dele. Como deduz dos princípios, a Lógica também é Ciência.

10) O que é Ciência?

11) Por que a Lógica é Ciência?

12) Por que a Lógica é chamada Ciência das Ciências?

13) Copie esta frase: O objeto formal da Lógica é a ordem nos atos intelectuais, distingue-se do objeto formal das outras Ciências que se ocupam de uma série de verdades relativas a uma coisa, mas não se ocupam do modo de conseguir a verdade. Por isso, a Lógica não é o instrumento próximo e próprio de cada ciência, mas é o instrumento remoto e comum a todas as Ciências, porque prescreve as leis do raciocínio que se hão de observar em toda e qualquer Ciência.

13. Necessidade da Lógica

O estudo da Lógica é sumamente necessário, porquanto, a nossa inteligência nunca poderá alcançar um profundo e completo conhecimento de qualquer Ciência, se não souber ordenar as suas operações, extremar a verdade do erro, formar raciocínios, julgar da legitimidade dos argumentos. Ora, tudo isso constitui o objeto da Lógica. Logo, o estudo da Lógica é sumamente necessário.

A maior parte, senão a totalidade, dos erros que se encontram nos livros dos modernos escritores, sobretudo naturalistas, derivam da ignorância da Lógica. Apresentam eles, às vezes, hipóteses arbitrarias, induções incompletas, fatos não averiguados; outras vezes, de fatos certos e averiguados, deduzem

consequências falsas. E qual é o motivo verdadeiro destes desvarios? É a ignorância, se não o desprezo pela Lógica. Sem o estudo acurado desta Ciência, o homem, se pode chegar ao conhecimento das verdades comuns que se percebem imediatamente pela força do bom senso, não se pode chegar às outras verdades senão misturadas com muitos erros e depois de muitas dificuldades.

Nossa inteligência nunca poderá alcançar um profundo e completo conhecimento de qualquer Ciência sem a Lógica.

14) Por que o estudo da Lógica é sumamente necessário?

15) Por que a maior parte dos erros provém da ignorância da Lógica?

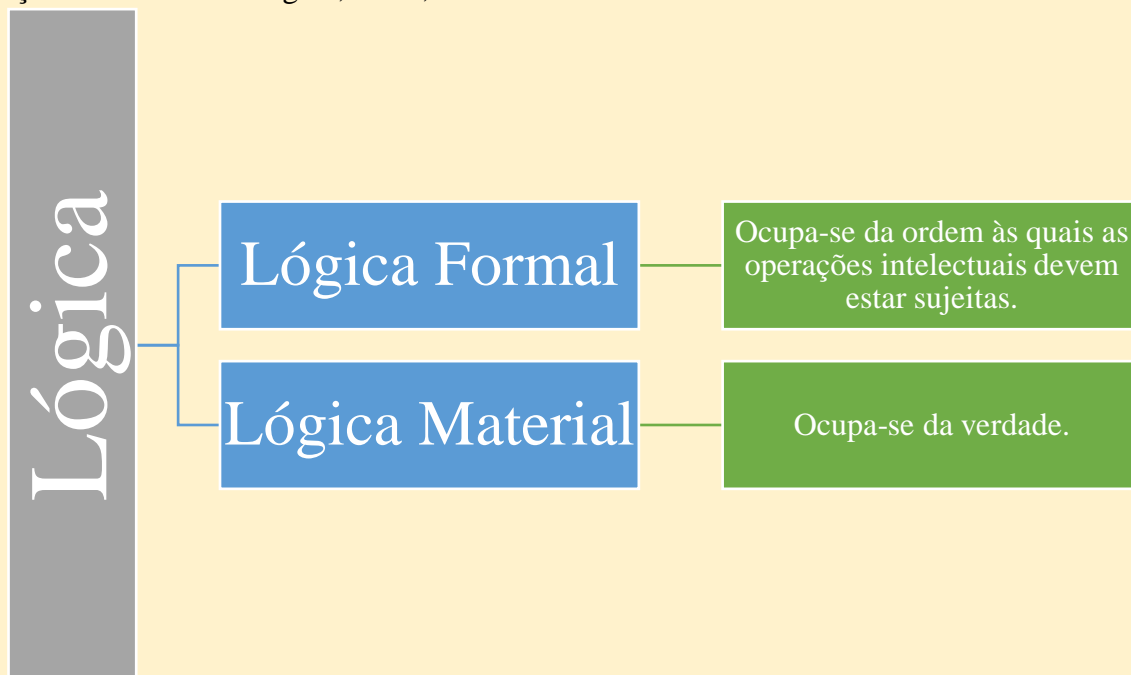
14. Divisão da Lógica

As operações intelectuais, que constituem o objeto da Lógica, podem considerar-se, ou quanto à ordem que deve existir entre elas para a consecução da verdade, ou quanto à realidade objetiva que elas exprimem. Daí a divisão da Lógica em formal e material. **A Lógica Formal ocupa-se da ordem** com que devem ser dispostas, e das leis, as quais devem estar sujeitas às operações intelectuais, **que são a ideia, o juízo e o raciocínio**. **A Lógica Material ocupa-se da realidade objetiva** que as nossas operações exprimem e que é a verdade, e por isso ocupa-se:

- da natureza da verdade;
- dos meios que empregamos para a aquisição da verdade (faculdades);
- do caminho que percorremos (método) e do resultado que alcançamos (Ciência).

A Lógica, pois, será tratada em duas seções. A primeira seção será dedicada à Lógica Formal; a segunda, à Lógica Material.

A Lógica é dividida em Lógica Formal e Lógica Material. A Lógica Formal ocupa-se da ordem às quais as operações intelectuais devem estar sujeitas para o conhecimento da verdade. Nossas operações intelectuais são a ideia, o juízo e o raciocínio. Já a Lógica Material se ocupa da realidade objetiva que nossas operações intelectuais atingem, isto é, a verdade.



16) Como a Lógica é dividida?

17) Qual é a diferença entre a Lógica Formal e a Lógica Material?

A Lógica Formal chama-se Formal, porque a ordem, de que ela se ocupa, é a forma das nossas operações. Diz-se também:

– analítica, porque analisa o pensamento e também porque se funda em princípios analíticos;

– dialética, porque ensina a raciocinar;

– subjetiva, porque trata dos atos do sujeito pensante;

– menor, porque trata da forma das nossas operações intelectuais, que é inferior a sua matéria (a verdade), e porque trata de questões menos difíceis e menos elevadas.

A Lógica Material chama-se assim, porque a verdade é a matéria ou o conteúdo dos pensamentos. Diz-se também:

– crítica, porque trata dos critérios, isto é, dos meios úteis para alcançar, com certeza, a verdade;

– objetiva, porque se ocupa da verdade, que é o objeto ou a matéria do pensamento;

– maior, porque estuda a matéria do pensamento, que é a verdade e que é superior a sua forma, e porque trata das questões mais difíceis e elevadas.

Esta divisão da Lógica em formal e material funda-se na teoria acerca da matéria e da forma, que Aristóteles e os escolásticos expuseram em conformidade com o senso comum dos homens. Kant adaptou as palavras, mas alterou o sentido delas. Dividiu também ele a Lógica em formal e material, mas a Lógica Formal, para ele, é a que se ocupa das formas subjetivas ou ideias do pensamento, inteiramente diferentes da realidade e anteriores a todo e qualquer dado da experiência. Para os homens de bom senso, a Lógica Formal, tratando da forma do pensamento, e por isso dos vários modos de combinar as ideias, os juízos, os raciocínios, se prescinde da realidade objetiva do pensamento, não a nega, nem falseia, como fazem os Kantistas. Autor e pai da Lógica científica foi Aristóteles; autor de Organon, obra perfeita, a qual, segundo a confissão do próprio Kant, nada foi depois acrescentado. Na Idade Média, os escolásticos, e sobretudo Santo Tomás, expuseram-na e comentaram-na. A Lógica, que teve Aristóteles por fundador, é a formal.

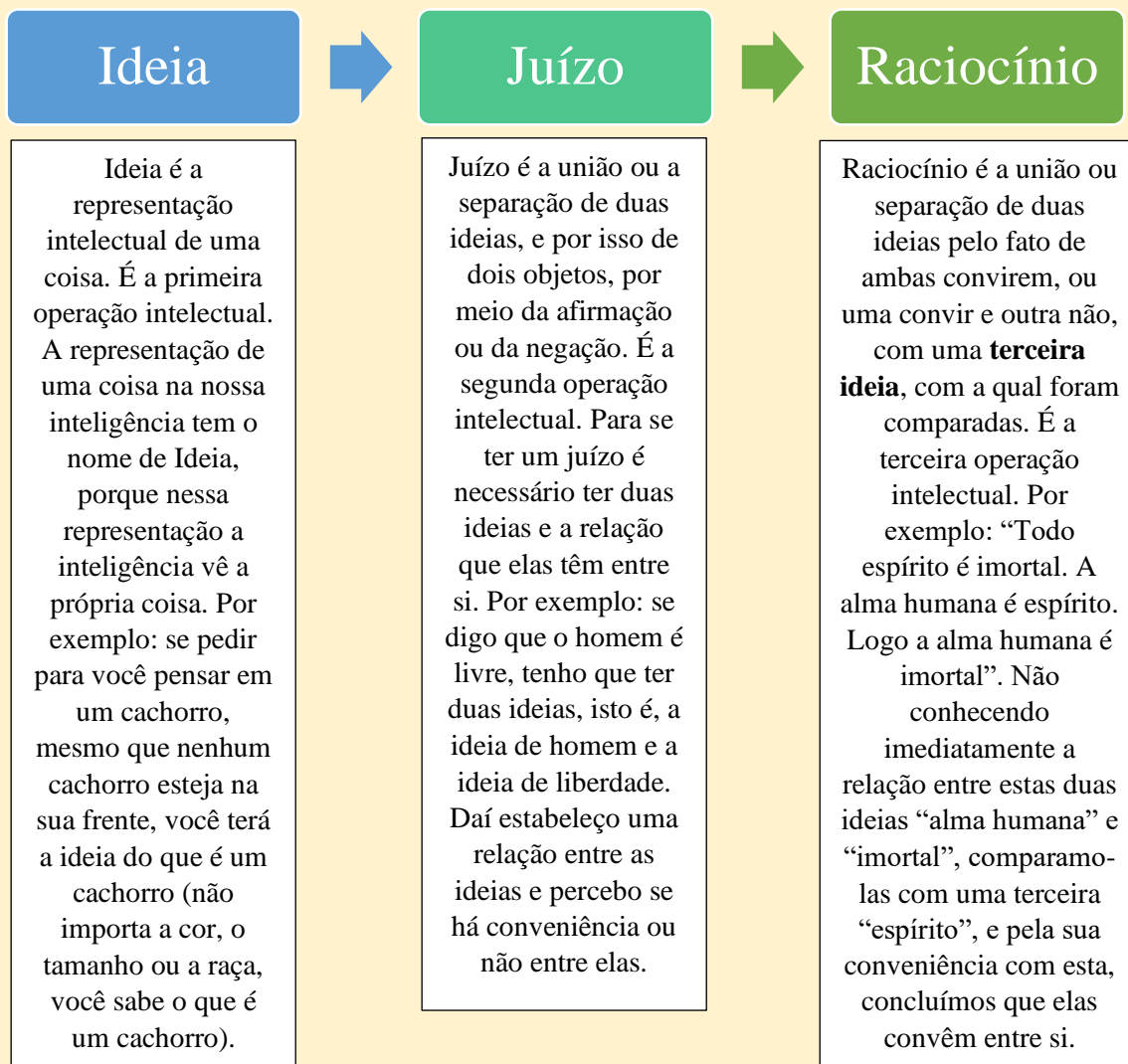
15. Operações da inteligência

A inteligência humana não aprende sempre a verdade de um modo intuitivo e simultâneo, mas por graus e em momentos sucessivos, executando três diversas operações que são a ideia, o juízo e o raciocínio. Estas operações estão por tal forma dispostas, que a ideia se refere ao juízo, e este ao raciocínio, pois o juízo é composto de ideias, e o raciocínio de juízos. A expressão verbal da ideia é o termo; do juízo, é a proposição; do raciocínio, é a argumentação.

Todas as operações da nossa mente, para a alcançar a verdade, resumem-se nas três operações indicadas. Isto se dá quando percebemos alguma coisa, ou emitimos nosso juízo, ou não. Não há outra hipótese. Se não emitimos o nosso juízo, é mera apreensão, mera ideia. Se emitirmos um juízo, este ou emite-se imediatamente, pela simples comparação do predicado com o sujeito e fazemos um juízo, ou deduz-se de um juízo precedente, e temos um raciocínio. Outras operações que alguns escritores enumeram, são apenas modalidades de uma ou outra das três mencionadas, e reduzem-se a estas.

As três operações intelectuais são: a Ideia, o Juízo e o Raciocínio. O Juízo é composto de Ideias e o Raciocínio é composto por Juízos. Para aprendermos a verdade é necessário seguir este processo ordenado das operações intelectuais.

Esquema da sequência das operações intelectuais:



18) Quais são as três operações intelectuais?

19) Copie o esquema acima.

20) Memorize as três operações intelectuais e o processo ordenado pelo qual se chega à verdade.



Matemática



Funções Cúbica e Recíproca



NESTE capítulo iremos estudar outras funções principais dentro da matemática, que são: a função cúbica e a função recíproca. Também estudaremos como esboçar gráficos, baseando-nos em funções já estudadas.

A partir deste capítulo, teremos totais condições de fazer esboços de diversas funções, pois existem várias que se assemelham: afim, quadrática, modular, cúbica e recíproca.

Deixaremos para a parte final deste capítulo o esboço de gráficos, tomando como base as funções já estudadas. Porém, as funções não se resumem às que já foram estudadas e às que estudaremos neste capítulo; veremos que outras se assemelham. Assim nossa rede de conhecimentos vai aumentando e também a variedade de funções que esboçaremos graficamente.

Definição: Uma **função cúbica** ou de **terceiro grau**, é uma função $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$, onde a, b, c e $d \in \mathbb{R}$ e $a \neq 0$.

Também podemos defini-la da seguinte forma:

$$f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$$
$$x \mapsto f(x) = ax^2 + bx + c$$

onde $a \in \mathbb{R}^*$ e $b, c, d \in \mathbb{R}$.

Nesta função, vamos antever os estudos para uma parte dela, isto é, somente para

$$f(x) = x^3$$

isto é, estudaremos esta função em um caso específico, que é $a = 1$ e $b = c = d = 0$.

Para construir o gráfico de uma função qualquer é necessário encontrar alguns pontos desse gráfico, por isto, vejamos a tabela abaixo que representa os pontos da função $f(x) = x^3$ e, por consequência, o seu gráfico.

x	$f(x) = x^3$
-2	-8
-1,59	-4
-1,44	-3
-1,26	-2
-1	-1
0	0
1	1
1,59	4
1,44	3
1,26	2
2	8

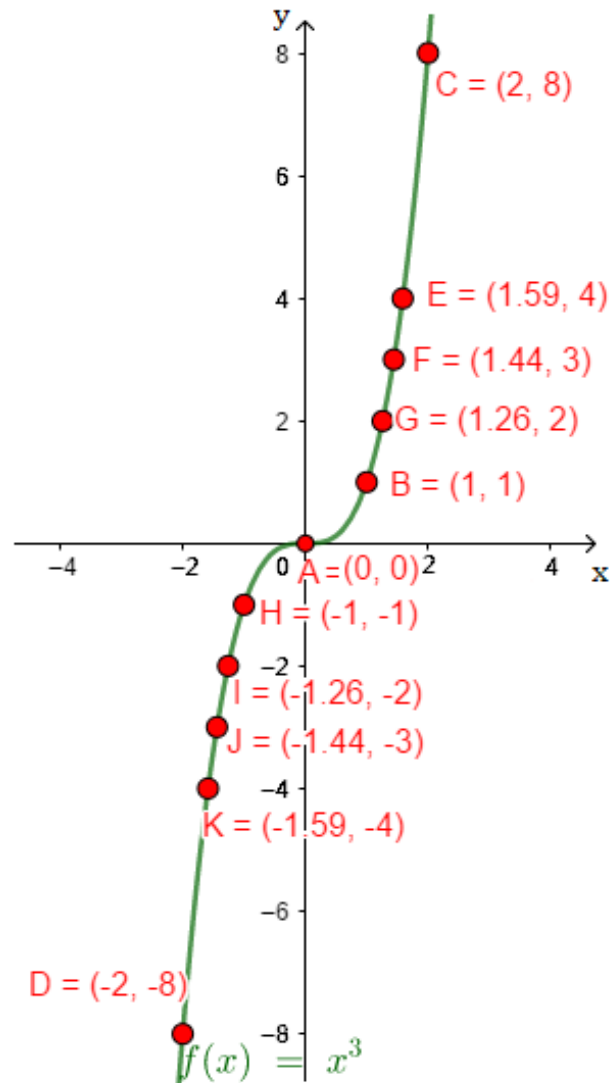


Figura 4 - Gráfico da função x^3 .

Observações:

- 1) A função $f(x) = x^3$ é uma função crescente em \mathbb{R} .
- 2) A imagem da função $f(x) = x^3$ é o \mathbb{R} , pois para qualquer $f(x) \in \mathbb{R}$, $\exists x \in \mathbb{R}$.

Função Recíproca

Definição: Uma aplicação f de \mathbb{R}^* em \mathbb{R} chama **função recíproca** quando cada elemento $x \in \mathbb{R}^*$ associa ao elemento $\frac{1}{x}$.

Também podemos defini-la da seguinte forma:

$$f: \mathbb{R}^* \rightarrow \mathbb{R}$$

$$x \mapsto f(x) = \frac{1}{x}$$

A palavra recíproca tem sua origem etimológica no termo em latim RECIPROCUS, que significa alternante, mútuo.

A imagem formada em um gráfico por esta função é chamada de hipérbole equilátera. A hipérbole é formada por duas curvas simétricas em relação ao eixo x e y e por isso, esta função tem o nome de recíproca.

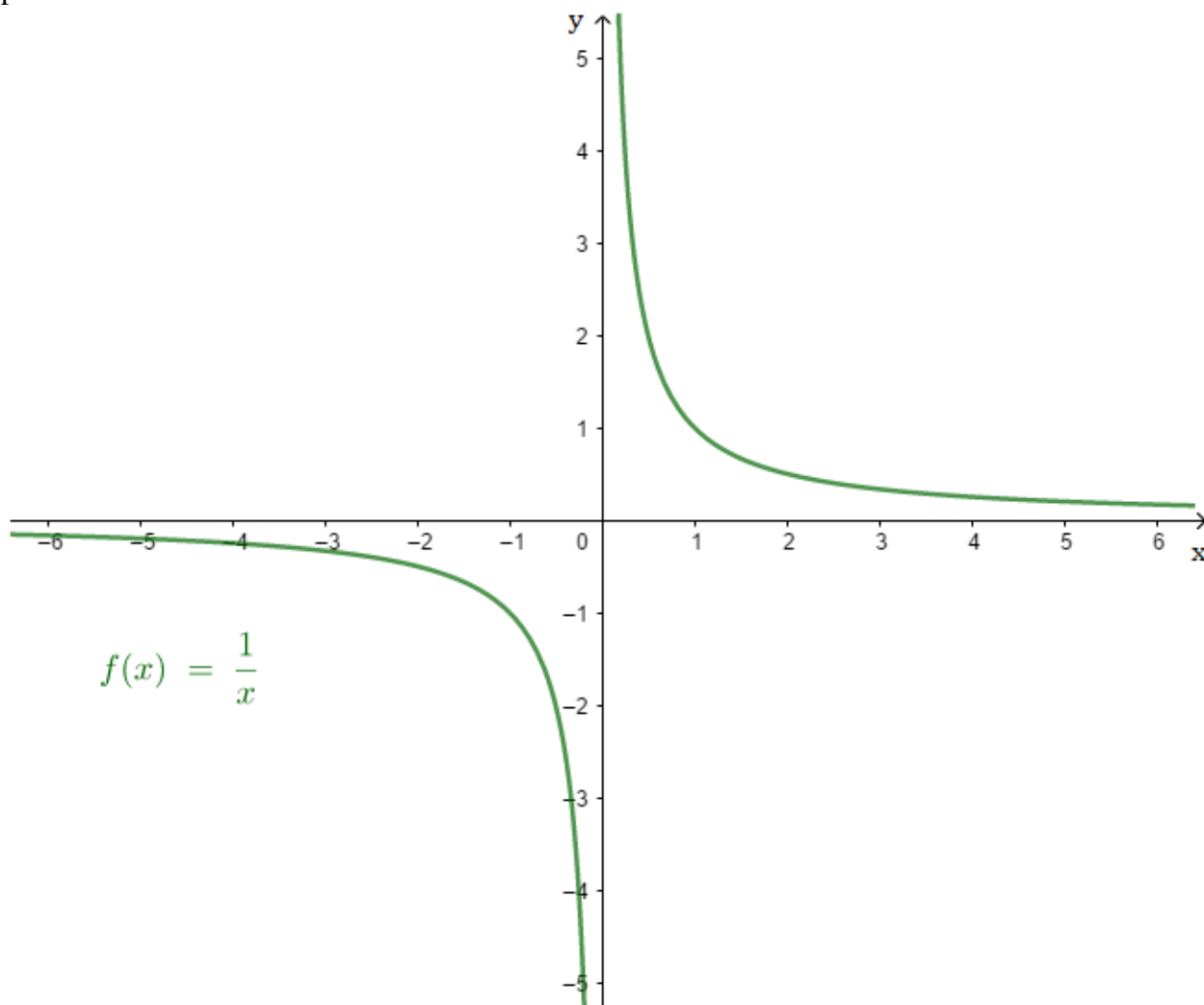


Figura 5 - Gráfico da função $\frac{1}{x}$.

Vamos analisar a função recíproca de forma algébrica:

Inicialmente, podemos escrever a função recíproca da seguinte forma

$$y = \frac{1}{x}$$

Assim, temos que:

$$y \cdot x = 1$$

Portanto, de forma algébrica, na função recíproca, concluímos que a multiplicação de y com x sempre deve resultar em 1.

Como consequência da conclusão da análise da forma algébrica e do gráfico da função recíproca, temos os seguintes resultados:

♣ $x \neq 0$ e $y \neq 0$, pois nenhum número multiplicado por zero resulta em um.

- ♣ Os eixos coordenados são as assíntotas (retas que delimitam curvas, sem interceptá-las, pois x e y são diferentes de zero) das curvas.
- ♣ À medida que o valor de x cresce, o y tende a zero. E à medida que x decresce, o y tende a zero.
- ♣ x e y são inversamente proporcionais.

E analisando o gráfico e os resultados obtidos da função $f(x) = \frac{1}{x}$ temos que:

$$D_f = \{x \in \mathbb{R} \mid x \neq 0\}$$

$$I_m = \{x \in \mathbb{R} \mid x \neq 0\}$$

A curva descrita no primeiro quadrante aparece tanto em Física quanto em Química (como **Lei de Boyle**).

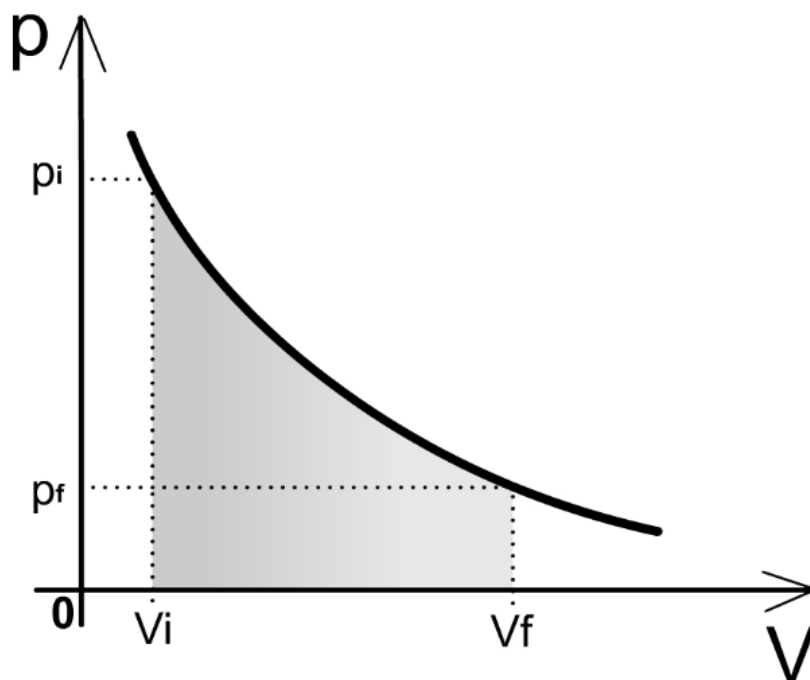


Figura 6 - Lei de Boyle.

Esboço de um Gráfico

A palavra esboço tem sua origem etimológica no termo em italiano SBOZZARE, que significa pedra grosseiramente talhada, sendo o passo inicial para uma escultura.

Na arte, a palavra esboço tem grande importância, pois são os primeiros traços que vão dar origem a uma obra de arte. Na matemática, esta palavra também tem grande importância, pois ao esboçar um gráfico, conseguimos informações importantíssimas sobre aquela função, como: o vértice, as raízes da função, se é uma reta ou uma parábola a curva que ela faz.

Mas como podemos esboçar um gráfico?

Para esboçar um gráfico precisamos relembrar algumas funções principais já estudadas para as termos como base. As funções principais já estudadas são: $f(x) = x$, $f(x) = x^2$, $f(x) = x^3$, $f(x) = \frac{1}{x}$. E os gráficos destas funções aparecem nas figuras abaixo.

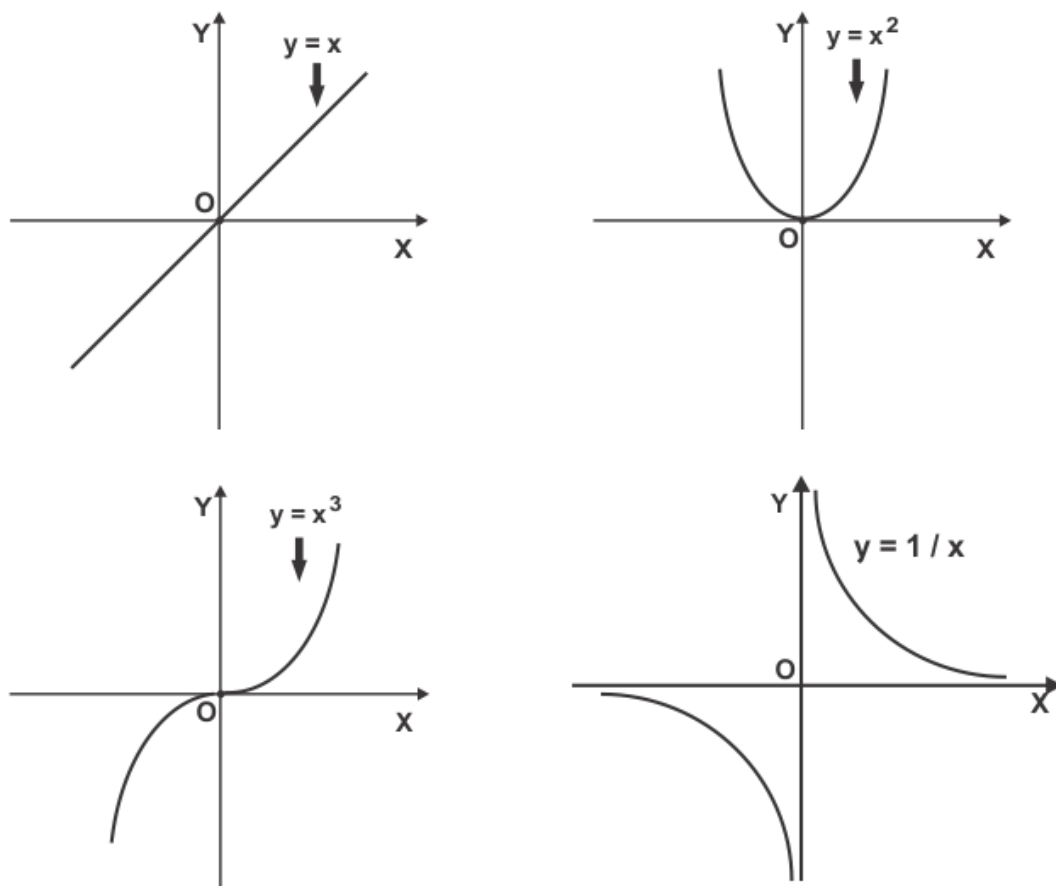


Figura 7 - Funções Fundamentais já estudadas.

Através dos gráficos das funções principais, conseguimos esboçar várias funções que se assemelham, como por exemplo a função $f(x) = x + 2$, pois esta se assemelha à $f(x) = x$.

Já as funções de grau 2, como por exemplo a função $f(x) = x^2 + 1$, se assemelha à $f(x) = x^2$; e as funções de grau 3 como a $f(x) = x^3$, por exemplo, se assemelha à $f(x) = (x + 1)^3$.

Vejamos alguns exemplos:

Exemplo 1: Faça o esboço do gráfico $f(x) = x + 2$.

Resolução: A função $f(x) = x + 2$ parece muito com a função $f(x) = x$; a diferença está no acréscimo da unidade dois.

Para fazermos o esboço do gráfico $f(x) = x + 2$, basta copiarmos o gráfico da $f(x) = x$, subindo duas unidades, pois para $x = 0$, temos $f(0) = 2$.

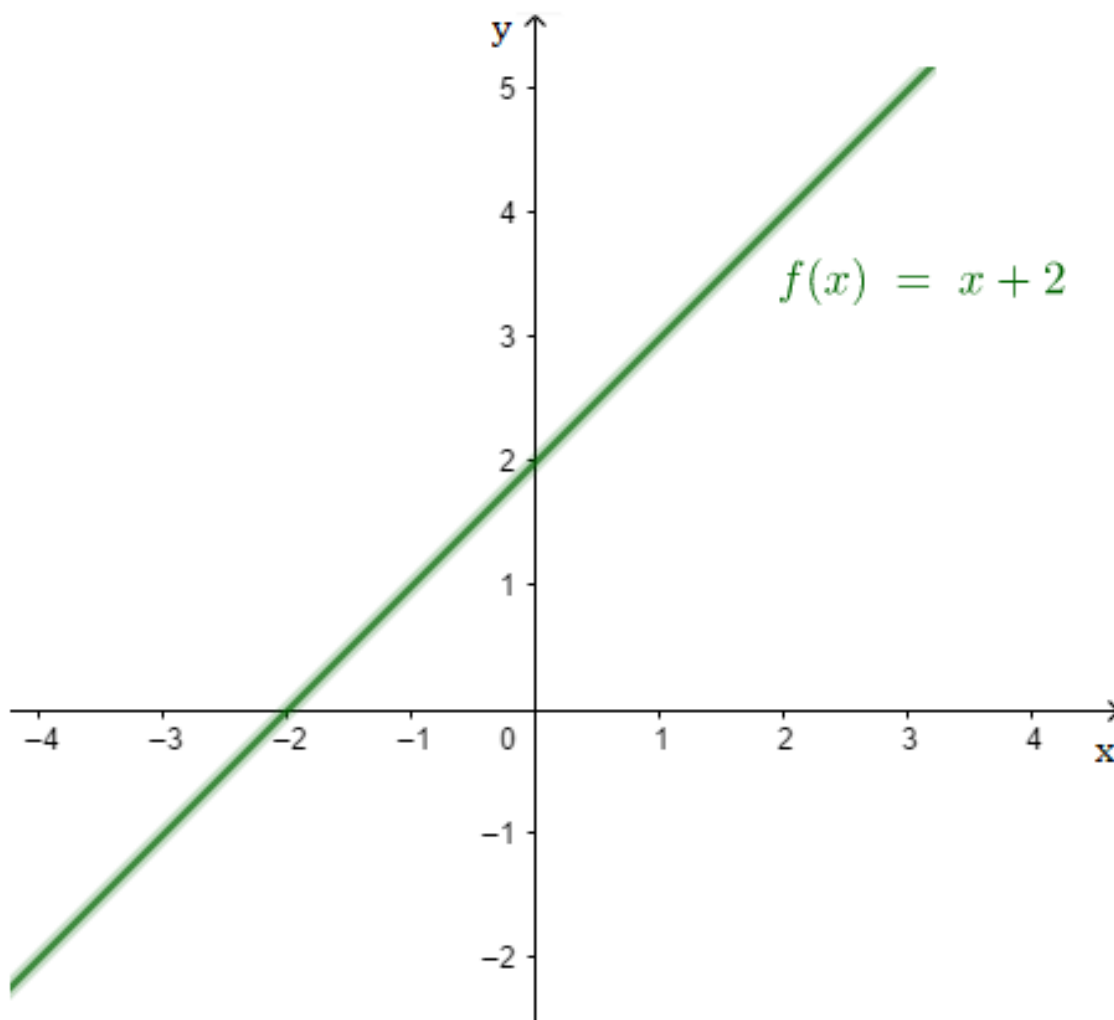


Figura 8 - O gráfico da função $f(x) = x + 2$.

Exemplo 2: Faça o esboço do gráfico $f(x) = (x - 1)^2 + 4$.

Resolução: A função $f(x) = (x - 1)^2 + 4$ parece muito com a função $f(x) = x^2$, com algumas mudanças de coordenadas, porém o gráfico é uma parábola.

Para fazermos o esboço do gráfico $f(x) = (x - 1)^2 + 4$, basta copiarmos o gráfico da $f(x) = x^2$ e realizar dois movimentos.

O primeiro movimento ocorre devido ao -1 , que será o deslocamento para a direita em uma unidade.

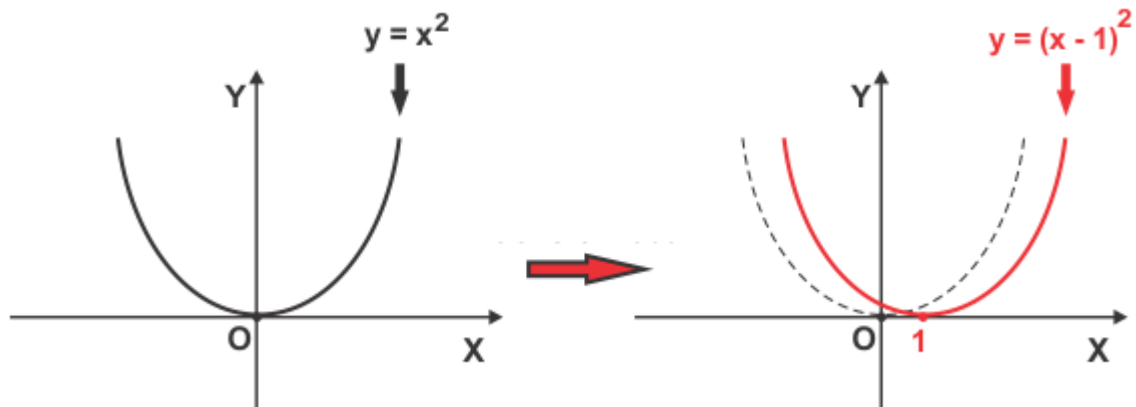


Figura 9 - Primeiro deslocamento da função $f(x) = (x - 1)^2 + 4$.

O segundo movimento ocorre devido ao +4, onde a parábola é deslocada para cima em quatro unidades.

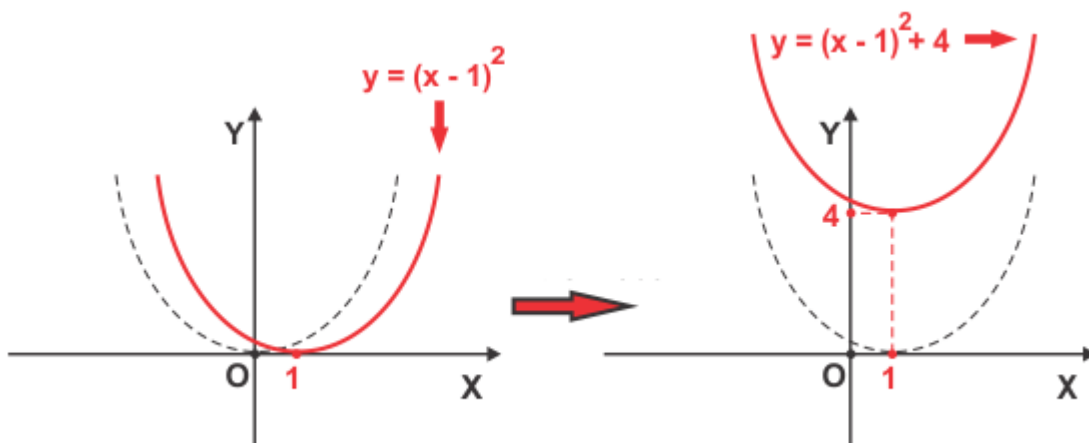


Figura 10 - Segundo deslocamento da função $f(x) = (x - 1)^2 + 4$.

Exemplo 3: Faça o esboço do gráfico $f(x) = (x + 1)^3$.

Resolução: A função $f(x) = (x + 1)^3$ parece muito com a função $f(x) = x^3$, que tomaremos como base.

Quando adicionamos uma unidade ao x , esse gráfico irá se deslocar uma unidade para a esquerda. Isto faz com que o gráfico corte o eixo x no -1 .

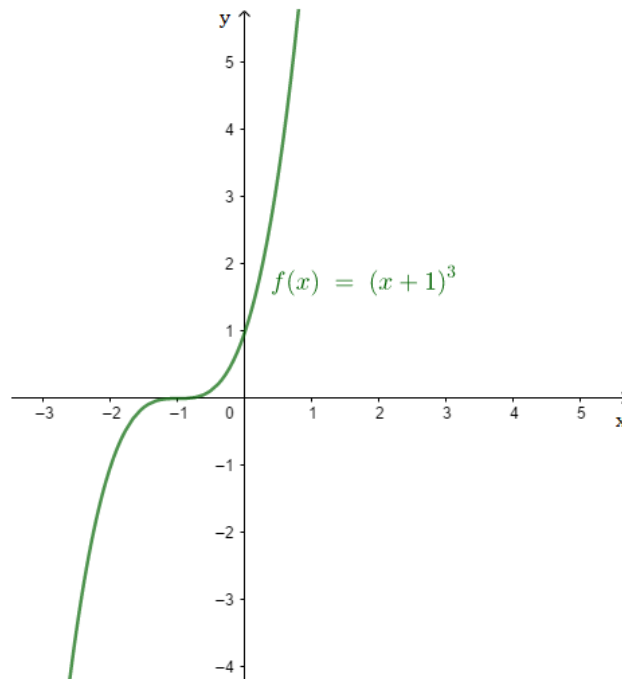


Figura 11 - Esboço do Gráfico da função $f(x) = (x + 1)^3$.

Exemplo 4: Faça o esboço do gráfico $f(x) = \frac{1}{2-x}$.

Resolução: A função $f(x) = \frac{1}{2-x}$ se assemelha com a função recíproca $f(x) = \frac{1}{x}$, a qual tomaremos como base.

Quando o x é negativo no denominador, as assíntotas estão presentes no 2º quadrante e no quarto quadrante. Além disso, ele é acompanhado pelo +2, fazendo com que a curva vá para o infinito quando o valor de x se aproximar de dois. Pela direita, vai para o infinito negativo e pela esquerda tende ao infinito positivo.

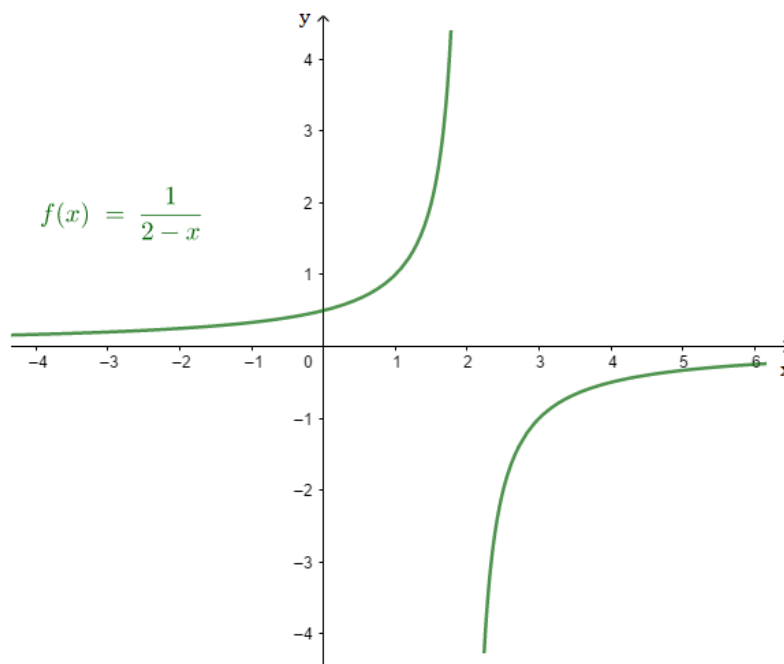


Figura 12 - Esboço do gráfico $f(x) = \frac{1}{2-x}$.

Exercícios

1) Faça o esboço dos gráficos das seguintes funções definidas em \mathbb{R} :

a) $f(x) = x^3 + 2$

b) $f(x) = -x^3$

c) $f(x) = 2x + 1$

d) $f(x) = (x + 1)^3$

e) $f(x) = (x + 2)^2$

f) $f(x) = (x - 1)^3 - 1$

g) $f(x) = |x - 1|$

h) $f(x) = -\frac{1}{x}$

i) $f(x) = \frac{1}{2x}$

j) $f(x) = \frac{1}{x+1}$

k) $f(x) = 3x^2$

l) $f(x) = x^3 + 1$

m) $f(x) = x^3 - 2$

n) $f(x) = 4x - 2$

o) $f(x) = x^2 - 1$

p) $f(x) = \frac{1}{x}$

2) Chama-se **ponto fixo** de uma função f um número real x tal que $f(x) = x$. Calcule os pontos fixos da função $f(x) = 1 + \frac{1}{x}$.



Capítulo
12

Função Composta



MA função composta também pode ser chamada de **composição de função**. A palavra composição tem origem etimológica no termo em latim COMPOSITIO, que significa ato de colocar junto, de combinar.

A função composta tem por característica colocar junto duas funções, isto é, a mesma é uma função que combina duas funções.

Definição: Seja $f: A \rightarrow B$ (f é uma função de um conjunto A em um conjunto B) e $g: B \rightarrow C$ (g é uma função de um conjunto B em um conjunto C). Chamamos de **função composta** de g e f à função $h: A \rightarrow C$ (h é uma função de um conjunto A em um conjunto C). A função composta de g com f é representada também por $g \circ f$ (lê-se: g composta com f).

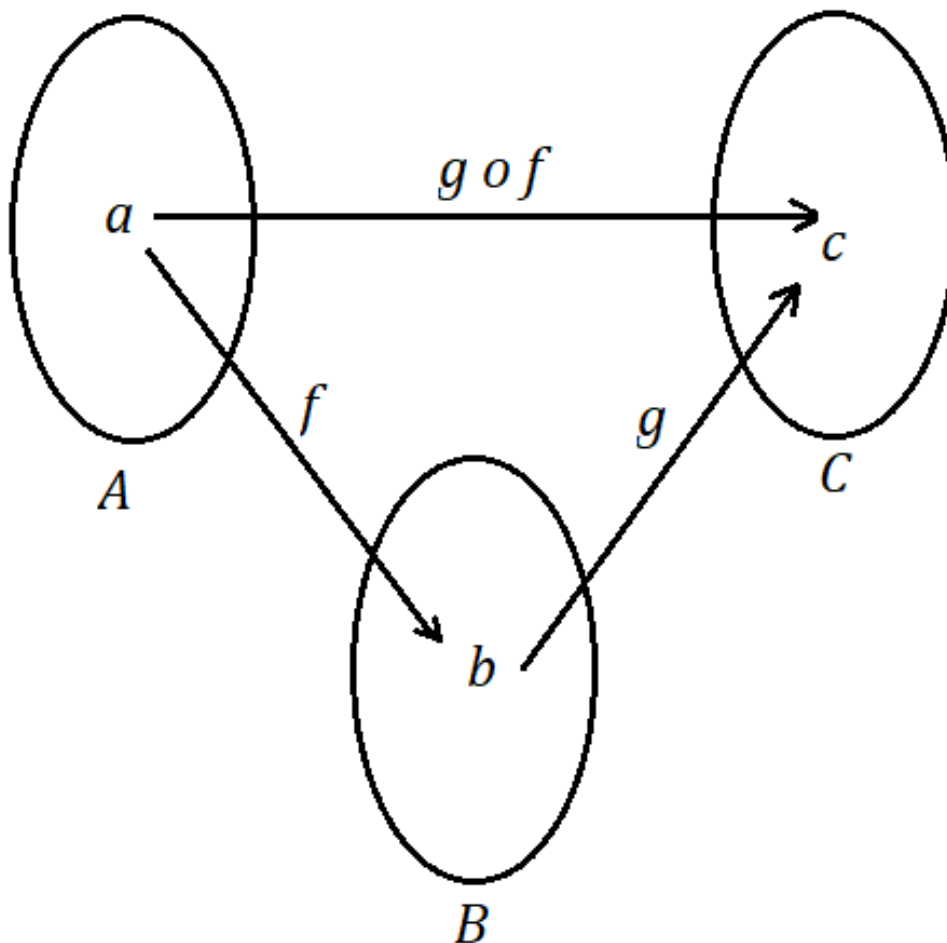


Figura 13 - Função Composta.

Observações:

- 1) A composta $g \circ f$ só existe quando o contradomínio da função f for igual a domínio da função g .
- 2) Quando as funções f e g estão definidas no mesmo conjunto, por exemplo, de B em B , as compostas $g \circ f$ e $f \circ g$ são funções de B em B .
- 3) Em geral, temos que $g \circ f \neq f \circ g$, não são comutativas.

Para resolvermos uma função composta $g \circ f$ devemos seguir os seguintes passos:

- ♣ Aplicar a função f no domínio da função g .
- ♣ Substituir a variável x na função g pela função f .

Assim, a imagem de x é obtida através da aplicação x na função f , obtendo $f(x)$ e depois aplica-se a $f(x)$ a função g , obtendo $g(f(x))$.

Então, podemos indicar a função composta como sendo:

$$h(x) = g \circ f(x) = g(f(x))$$

para todo $x \in A$.

A função composta $g \circ f$ também pode ser representada pelo diagrama ao lado.

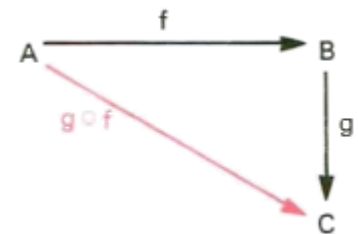


Figura 14 - Função Composta $g \circ f$

Vejam alguns exemplos:

Exemplo 1: Sejam as funções $f(x) = x^2$ e $g(x) = 2x + 1$, calcule $f(g(x))$ e $g(f(x))$.

Resolução:

$$f(g(x)) = f(2x + 1) = (2x + 1)^2 = 4x^2 + 4x + 1$$

$$g(f(x)) = g(x^2) = 2 \cdot x^2 + 1 = 2x^2 + 1$$

Portanto, $f(g(x)) = 4x^2 + 4x + 1$ e $g(f(x)) = 2x^2 + 1$.

Exemplo 2: Sejam as funções $f(x) = 4x$ e $g(x) = 2x + 3$, calcule $f(g(x))$ e $g(f(x))$.

Resolução:

$$f(g(x)) = f(2x + 3) = 4(2x + 3) = 8x + 12$$

$$g(f(x)) = g(4x) = 2(4x) + 3 = 8x + 3$$

Portanto, $f(g(x)) = 8x + 12$ e $g(f(x)) = 8x + 3$.

Exemplo 3: Sejam as funções $f(x) = x^2 + 2$ e $g(x) = 5x - 2$, calcule $f(g(x))$ e $g(f(x))$.

Resolução:

$$f(g(x)) = f(5x - 2) = (5x - 2)^2 + 2 = 25x^2 - 20x + 4 + 2 = 25x^2 - 20x + 6$$

$$g(f(x)) = g(x^2 + 2) = 2 \cdot (x^2 + 2) - 2 = 2x^2 + 4 - 2 = 2x^2 + 2$$

Portanto, $f(g(x)) = 25x^2 - 20x + 6$ e $g(f(x)) = 2x^2 + 2$.

Exemplo 4: Sejam as funções $f(x) = 4x + 3$ e $g(x) = 5x - 4$, calcule $f(g(x))$ e $g(f(x))$.

Resolução:

$$f(g(x)) = f(5x - 4) = 4(5x - 4) + 3 = 20x - 16 + 3 = 20x - 13$$

$$g(f(x)) = g(4x + 3) = 5(4x + 3) - 4 = 20x + 15 - 4 = 20x + 11$$

Portanto, $f(g(x)) = 20x - 13$ e $g(f(x)) = 20x + 11$.

Exemplo 5: Sejam as funções $f(x) = x^2$ e $g(x) = 2x + 1$, calcule $f(g(1))$ e $g(f(3))$.

Resolução:

$$f(g(x)) = f(2x + 1) = (2x + 1)^2 = 4x^2 + 4x + 1$$

$$f(g(1)) = 4 \cdot 1^2 + 4 \cdot 1 + 1 = 4 + 4 + 1 = 9$$

$$g(f(x)) = g(x^2) = 2 \cdot x^2 + 1 = 2x^2 + 1$$

$$g(f(3)) = 2 \cdot 3^2 + 1 = 18 + 1 = 19$$

Portanto, $f(g(1)) = 9$ e $g(f(3)) = 19$.

Associatividade da Função Composta

Relembrando a propriedade que estudamos no volume 1 e 2 do Ensino Médio:

Associativa: Para todo a, b e $c \in \mathbb{R}$, temos que:

$$(a + b) + c = a + (b + c)$$

$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$$

Já podemos imaginar que para a associatividade da função composta precisará de três funções distintas, como veremos no enunciado do Teorema abaixo:

Teorema: Quaisquer que sejam as funções

$$A \xrightarrow{f} B \xrightarrow{g} C \xrightarrow{h} D$$

Temos:

$$(h \circ g) \circ f = h \circ (g \circ f)$$

Demonstração: Seja x um elemento qualquer de A e seja $f(x) = y$, $g(y) = w$ e $h(w) = z$.

O caminho de ida é igual ao caminho de volta.

Assim, temos na ida que:

$$(h \circ g) \circ f(x) = (h \circ g)(f(x)) = (h \circ g)(y) = h(g(y)) = h(w) = z$$

Antes de analisarmos a volta, notemos que:

$$(g \circ f)(x) = g(f(x)) = g(y) = w$$

Na volta, temos que:

$$h \circ (g \circ f)(x) = h(w) = z$$

Portanto, para todo $x \in A$ temos que:

$$(h \circ g) \circ f = h \circ (g \circ f)$$

■ Q.E.D

Observação: O símbolo ■ Q.E.D significa “Quod erat demonstrandum”, cuja tradução é “Como queríamos demonstrar”. Ao finalizar qualquer demonstração, ele será colocado, indicando que o teorema ou afirmação é verdadeira.

Domínio de uma Função Composta

Quando queremos fazer uma viagem, a maior preocupação sempre é o destino da viagem. Porém, não adianta sabermos o destino da viagem, se não soubermos o ponto de partida; por isso, o domínio de uma função é importantíssimo, principalmente quando estudamos uma função composta.

Vejamos alguns exemplos:

Exemplo 1: Sejam as funções definidas por $f(x) = \sqrt{x}$ e $g(x) = x^2 - 3x - 4$. Determine os domínios das funções $f \circ g$ e $g \circ f$.

Resolução: Vamos dividir este exemplo em dois casos: $f \circ g$ e $g \circ f$.

1º Caso: $(f \circ g)(x) = f(g(x)) = \sqrt{g(x)} = \sqrt{x^2 - 3x - 4}$

Note que a função composta pertence aos Reais e para isso devemos ter que:

$$x^2 - 3x - 4 \geq 0$$

Assim, temos que $x \leq -1$ ou $x \geq 4$.

Logo,

$$D_{(f \circ g)} = \{x \in \mathbb{R} \mid x \leq -1 \text{ ou } x \geq 4\}$$

2º Caso: $(g \circ f)(x) = g(f(x)) = [f(x)]^2 - 3[f(x)] - 4 = |x| - 3\sqrt{x} - 4$

Note que a função composta pertence aos Reais não negativos e para isso devemos ter que:

$$x \geq 0$$

Logo,

$$D_{(g \circ f)} = \{x \in \mathbb{R} \mid x \geq 0\}$$

Exemplo 2: Sejam as funções definidas por $g(x) = \sqrt{x}$ e $f(x) = x^2 - 1$. Determine os domínios das funções $f \circ g$ e $g \circ f$.

Resolução: Vamos dividir este exemplo em dois casos: $f \circ g$ e $g \circ f$.

1º Caso: $(f \circ g)(x) = f(g(x)) = [g(x)]^2 - 1 = \sqrt{x}^2 - 1 = x - 1$

Note que a função composta pertence aos Reais não negativos para que x pertença ao domínio de g e, para isso, devemos ter que:

$$x \geq 0$$

Logo,

$$D_{(f \circ g)} = \{x \in \mathbb{R} \mid x \geq 0\}$$

2º Caso: $(g \circ f)(x) = g(f(x)) = \sqrt{f(x)} = \sqrt{x^2 - 1}$

Note que a função composta pertence aos Reais e, para isso, devemos ter que:

$$x^2 - 1 \geq 0$$

Assim, temos que $x \leq -1$ ou $x \geq 1$.

Logo,

$$D_{(g \circ f)} = \{x \in \mathbb{R} \mid x \leq -1 \text{ ou } x \geq 1\}$$

Conhecemos o caminho que fazemos para ir à Igreja. É óbvio que devemos saber o trajeto de volta. Até o momento, descobrimos a função composta dando duas funções. Mas, como descobrir uma função $g(x)$ quando temos uma função $f(x)$ e a função composta $f \circ g$? E se tiver a $g(x)$ e a $f \circ g$, como fazemos para encontrar a $f(x)$? Quando a $f(x)$ tiver duas sentenças, o que fazer?

Vejamos alguns exemplos que respondem às questões acima:

Exemplo 1: Sejam as funções definidas por $f(x) = 2x - 3$ e $(f \circ g)(x) = x^2 - 3$. Determine a função g .

Resolução: Se $f(x) = 2x - 3$ então temos que:

$$(f \circ g)(x) = f(g(x)) = 2 \cdot [g(x)] - 3$$

Por hipótese, $(f \circ g)(x) = x^2 - 3$ então temos que:

$$2 \cdot [g(x)] - 3 = x^2 - 3$$

$$2 \cdot [g(x)] = x^2$$

$$g(x) = \frac{x^2}{2}$$

Exemplo 2: Sejam as funções definidas por $g(x) = 3x - 2$ e $(f \circ g)(x) = 9x^2 - 3x + 1$. Determine a função f .

Resolução: Se $(f \circ g)(x) = 9x^2 - 3x + 1$, então $f(g(x)) = 9x^2 - 3x + 1$.

Por hipótese, $g(x) = 3x - 2$, então temos que:

$$x = \frac{g(x) + 2}{3}$$

Assim, temos que:

$$\begin{aligned}(f \circ g)(x) &= 9 \left[\frac{g(x) + 2}{3} \right]^2 - 3 \left[\frac{g(x) + 2}{3} \right] + 1 \\ &= [g(x)]^2 + 4[g(x)] + 4 - [g(x)] - 2 + 1 \\ &= [g(x)]^2 + 3[g(x)] + 3\end{aligned}$$

Logo,

$$f(x) = x^2 + 3x + 3$$

Exemplo 3: Sejam as funções reais definidas por:

$$f(x) = \begin{cases} x^2 + 2x + 4, & x \geq 1 \\ 3x + 4, & x < 1 \end{cases} \quad e \quad g(x) = x - 3$$

Obtenha a função $f \circ g$.

Resolução: Primeiramente, iremos utilizar a igualdade $g(x) = y$; então temos que:

$$(f \circ g)(x) = f(g(x)) = f(y)$$

Para obtermos a função $f \circ g$ devemos analisar dois casos:

1º Caso: $y \geq 1$

$$\text{Se } y \geq 1 \Leftrightarrow g(x) \geq 1 \Leftrightarrow x - 3 \geq 1 \Leftrightarrow x \geq 4$$

Na $(f \circ g)(x)$ temos que:

$$\begin{aligned}(f \circ g)(x) &= [g(x)]^2 + 2[g(x)] + 4 \\ &= (x - 3)^2 + 2(x - 3) + 4\end{aligned}$$

$$= x^2 - 6x + 9 + 2x - 6 + 4$$

$$= x^2 - 4x + 7$$

2º Caso: Se $y < 1$

$$\text{Se } y < 1 \Leftrightarrow g(x) < 1 \Leftrightarrow x - 3 < 1 \Leftrightarrow x < 4$$

Na $(f \circ g)(x)$ temos que:

$$(f \circ g)(x) = 3[g(x)] + 4$$

$$= 3(x - 3) + 4$$

$$= 3x - 9 + 4$$

$$= 3x - 5$$

Logo,

$$(f \circ g)(x) = \begin{cases} x^2 - 4x + 7, & x \geq 4 \\ 3x + 5, & x < 4 \end{cases}$$

Exemplo 4: Sejam as funções reais definidas por:

$$x^2 + 2, \quad x \leq -1$$

$$f(x) = \frac{1}{x-2}, \quad -1 < x < 1 \quad e \quad g(x) = 2 - 3x$$

$$\begin{cases} 4 - x^2, & x \geq 1 \end{cases}$$

Obtenha a função $f \circ g$ e $g \circ f$.

Resolução: Para obtermos a função $f \circ g$, devemos utilizar a igualdade $g(x) = y$; com isso obtemos:

$$(f \circ g)(x) = f(g(x)) = f(y)$$

Assim, temos três casos para analisarmos:

1º Caso: $y \leq -1$

$$\text{Se } y \leq -1 \Leftrightarrow g(x) \leq -1 \Leftrightarrow 2 - 3x \leq -1 \Leftrightarrow 3x \geq 3 \Leftrightarrow x \geq 1$$

Na $(f \circ g)(x)$ temos que:

$$\begin{aligned}(f \circ g)(x) &= [g(x)]^2 + 2 \\ &= (2 - 3x)^2 + 2 \\ &= 4 - 12x + 9x^2 + 2 \\ &= 9x^2 - 12x + 6\end{aligned}$$

2º Caso: Se $-1 < y < 1$

$$\text{Se } -1 < y < 1 \Leftrightarrow -1 < g(x) < 1 \Leftrightarrow -1 < 2 - 3x < 1 \Leftrightarrow \frac{1}{3} < x < 1$$

Na $(f \circ g)(x)$ temos que:

$$\begin{aligned}(f \circ g)(x) &= \frac{1}{[g(x)] - 2} \\ &= \frac{1}{(2 - 3x) - 2} \\ &= -\frac{1}{3x}\end{aligned}$$

3º Caso: Se $y \geq 1$

$$\text{Se } y \geq 1 \Leftrightarrow g(x) \geq 1 \Leftrightarrow 2 - 3x \geq 1 \Leftrightarrow 3x \geq -1 \Leftrightarrow x \leq \frac{1}{3}$$

Na $(f \circ g)(x)$ temos que:

$$\begin{aligned}(f \circ g)(x) &= 4 - [g(x)]^2 \\ &= 4 - (2 - 3x)^2 \\ &= 4 - 4 + 12x - 9x^2 \\ &= 9x^2 - 12x + 8\end{aligned}$$

Logo,

$$(f \circ g)(x) = \begin{cases} 9x^2 - 12x + 6, & x \geq 1 \\ -\frac{1}{3x}, & \frac{1}{3} < x < 1 \\ -9x^2 + 12x, & x \leq \frac{1}{3} \end{cases}$$

Para obtermos a função $g \circ f$ devemos analisar três casos também:

1º Caso: $x \leq -1$

Na $(g \circ f)(x)$ temos que:

$$\begin{aligned} (g \circ f)(x) &= 2 - 3[f(x)] \\ &= 2 - 3(x^2 + 2) \\ &= 2 - 3x^2 - 6 \\ &= -3x^2 - 4 \end{aligned}$$

2º Caso: $-1 < x < 1$

Na $(g \circ f)(x)$ temos que:

$$\begin{aligned} (g \circ f)(x) &= 2 - 3[f(x)] \\ &= 2 - 3\left(\frac{1}{x-2}\right) \\ &= 2 - \frac{3}{x-2} \\ &= \frac{2x - 4 - 3}{x-2} \\ &= \frac{2x - 7}{x-2} \end{aligned}$$

3º Caso: $x \geq 1$

Na $(g \circ f)(x)$ temos que:

$$\begin{aligned}(g \circ f)(x) &= 2 - 3[f(x)] \\ &= 2 - 3(4 - x^2) \\ &= 2 - 12 + 3x^2 \\ &= 3x^2 - 10\end{aligned}$$

Logo,

$$f(x) = \begin{cases} -3x^2 - 4, & x \leq -1 \\ \frac{2x - 7}{x - 2}, & -1 < x < 1 \\ 3x^2 - 10, & x \geq 1 \end{cases}$$

Função sobrejetora

Definição: Uma função $f: A \rightarrow B$ é sobrejetora, quando para qualquer $y \in B$ existe pelo menos um $x \in A$ tal que

$$f(x) = y$$

Usando os símbolos matemáticos, podemos escrever a função sobrejetora da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} &f: A \rightarrow B \\ f \text{ é sobrejetora} &\Leftrightarrow \forall y \text{ tal que } y \in B, \exists x \text{ tal que } x \in A \mid f(x) = y \end{aligned}$$

Uma função é sobrejetora quando, para qualquer elemento do contradomínio, este elemento é uma imagem de, pelo menos, um elemento do domínio, isto é, todos os elementos do conjunto B resultam de, pelo menos, um elemento do conjunto A.

Na figura ao lado, temos uma função que possui $D_f = \{a, b, c, d\}$ e $Im(f) = \{1, 2, 3\}$. Esta função é sobrejetora, pois todos os elementos da imagem resultam de, pelo menos, um elemento do domínio.

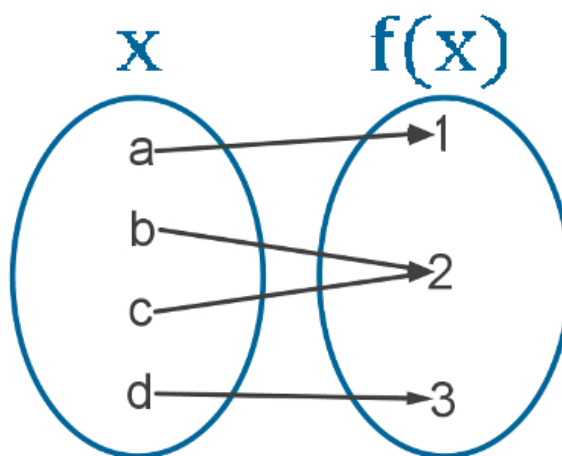


Figura 15- Função Sobrejetora

Note, na figura acima, que todos os elementos do contradomínio são imagens da função:

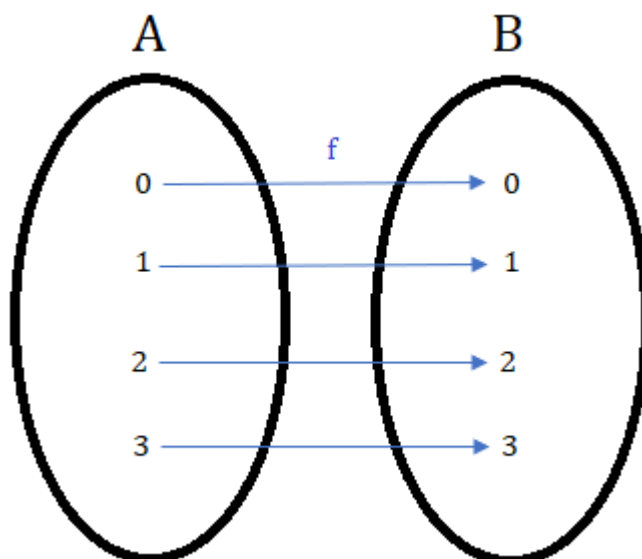
$$f: A \rightarrow B$$

$$f \text{ é sobrejetora} \Leftrightarrow Im(f) = B$$

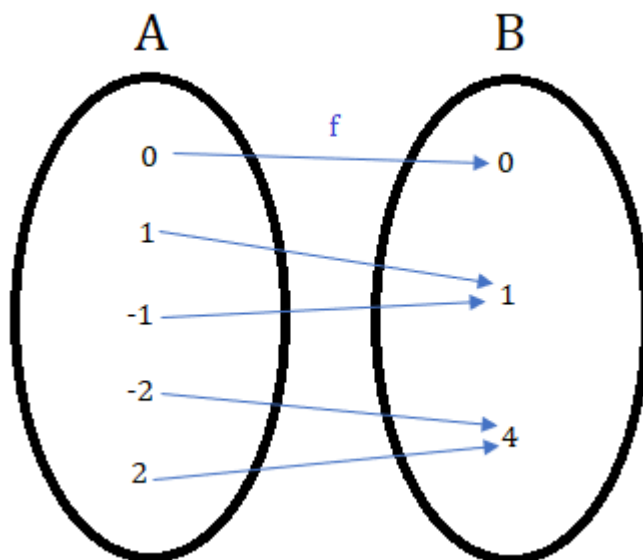
Ao invés de falarmos que “ f é uma função sobrejetora de A em B”, podemos falar que “ f é uma **sobrejeção** de A em B”.

Vejamos alguns exemplos de funções sobrejetivas:

Exemplo 1: A função f de $A = \{0, 1, 2, 3\}$ em $B = \{0, 1, 2, 3\}$, definida pela função $f(x) = x$ é sobrejetora, pois todos os elementos do contradomínio são imagens do domínio; para todo elemento de B, converge pelo menos uma flecha, como mostra a figura abaixo.

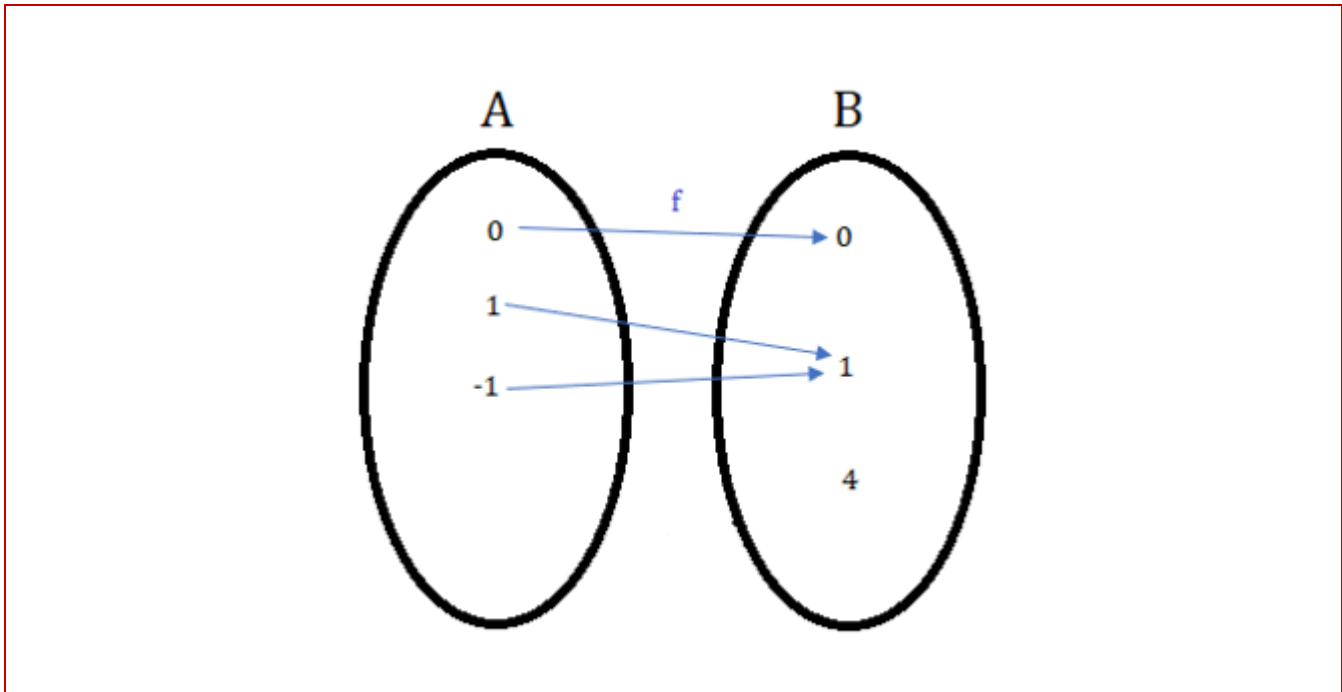


Exemplo 2: A função f de $A = \{-2, -1, 0, 1, 2\}$ em $B = \{0, 1, 4\}$, definida pela função $f(x) = x^2$ é sobrejetora, pois todos os elementos do contradomínio são imagens do domínio, isto é, para todo elemento de B , converge pelos menos uma flecha, como mostra a figura abaixo.



Exemplo 3: A função f de $A = \mathbb{R}$ em $B = \{y \in \mathbb{R} | y \geq 3\}$ definida pela função $f(x) = x^2 + 3$ é sobrejetora, pois para todo $y \in B$, $\exists x \in A$ tal que $y = x^2 + 3$.

Exemplo 4: A função f de $A = \{-1, 0, 1\}$ em $B = \{0, 1, 4\}$, definida pela função $f(x) = x^2$, não é sobrejetora, pois a imagem de f não contém todos os elementos do contradomínio.



Função Injetora

Definição: Uma função $f: A \rightarrow B$ é injetora quando $x_1, x_2 \in A$, sendo $x_1 \neq x_2$ então $f(x_1) \neq f(x_2)$.

Usando os símbolos matemáticos, podemos escrever a função injetora da seguinte maneira:

$$f: A \rightarrow B$$

$$f \text{ é injetora} \Leftrightarrow x_1, x_2 \in A; x_1 \neq x_2 \Rightarrow f(x_1) \neq f(x_2)$$

Para cada dois elementos do domínio, temos duas imagens diferentes, que chamamos de **função injetora**. Não importa qual par de elementos do domínio tomemos, isto é, para cada dois elementos do conjunto A resultam dois elementos diferentes do conjunto B.

Na figura ao lado, temos uma função injetora, pois $1 \neq 3$ e $f(1) \neq f(2) \neq f(3)$. A figura não é uma função sobrejetora, pois existe um elemento do contradomínio que não pertence à imagem, isto é, não existe um x do domínio tal que $f(x) = c$.

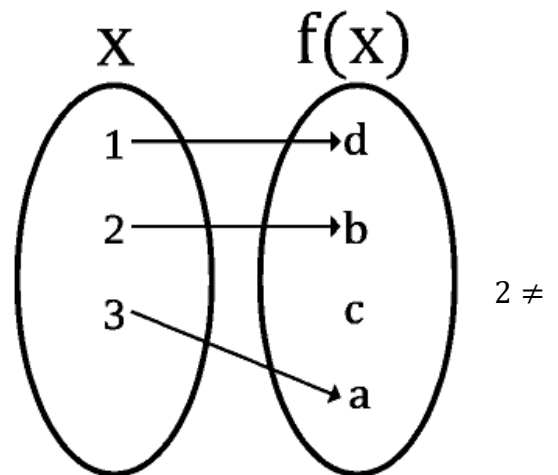


Figura 16 - Função Injetora.

Note que a definição da função injetora equivale à afirmação abaixo:

$$f: A \rightarrow B$$

$$f \text{ é injetora} \Leftrightarrow x_1, x_2 \in A; x_1 = x_2 \Rightarrow f(x_1) = f(x_2)$$

Observação: Como consequência dessa definição, não gráfico de uma função *injetora*, só podem cruzar retas paralelas ao eixo x em um único ponto. Se o gráfico da função cruzar a reta em mais de um ponto, significa que a função assume o mesmo valor y mais de uma vez e, portanto, deixa de ser injetora.

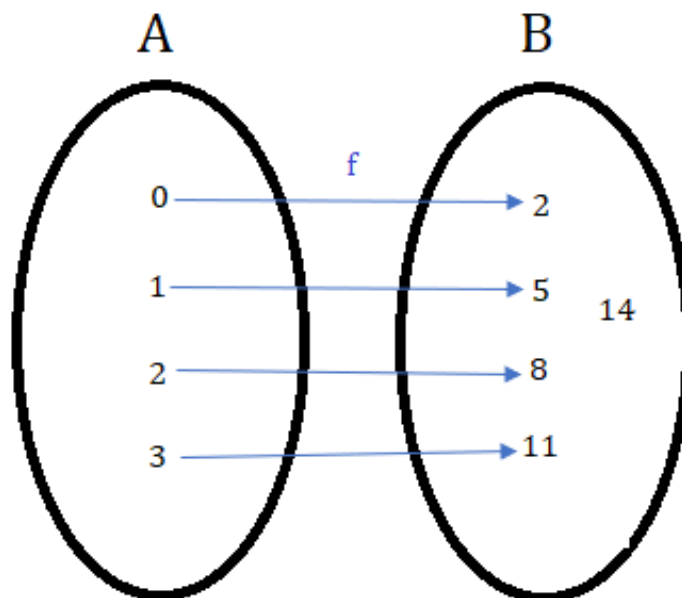
Ao invés de falarmos que “*f* é uma função injetora de A em B”, podemos falar que “*f* é uma *injeção* de A em B”.

Vejamos alguns exemplos de funções injetivas:

Exemplo 1: A função *f* de $A = \mathbb{N}$ em $B = \mathbb{N}$ definida pela função $f(x) = 3x$ é injetora, pois quaisquer que sejam $x_1, x_2 \in \mathbb{N}$, se $x_1 \neq x_2$ temos $f(x_1) \neq f(x_2)$.

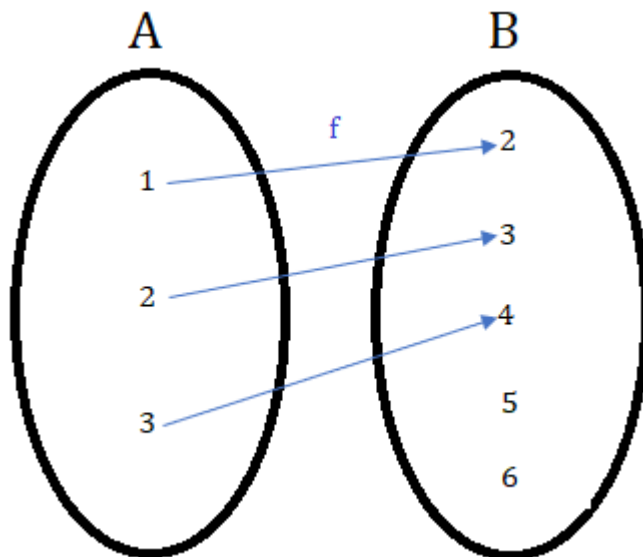
Exemplo 2: A função *f* de $A = \mathbb{R}^*$ em $B = \mathbb{R}$ definida pela função $f(x) = \frac{1}{x}$ é injetora, pois quaisquer que sejam $x_1, x_2 \in \mathbb{R}^*$, se $x_1 \neq x_2$ temos $f(x_1) \neq f(x_2)$.

Exemplo 3: A função *g* de $A = \mathbb{R}$ em $B = \mathbb{R}$ definida pela função $g(x) = x^2$ não é injetora, pois $1, -1 \in A$ são diferentes; só que $f(1) = f(-1)$.



Exemplo 4: A função *f* de $A = \{0, 1, 2, 3\}$ em $B = \{2, 5, 8, 11, 14\}$ definida pela função $f(x) = 3x + 2$ é injetora, pois dois elementos distintos de A têm como imagem dois elementos distintos de B, ou seja, não existem duas ou mais flechas que convergem para um mesmo elemento de B.

Exemplo 5: A função f de $A = \{1, 2, 3\}$ em $B = \{2, 3, 4, 5, 6\}$, definida pela função $f(x) = x + 1$, é injetora, pois dois elementos distintos de A têm como imagem dois elementos distintos de B , ou seja, não existem duas ou mais flechas que convergem para um mesmo elemento de B .



Função Bijetora

Definição: Uma função $f: A \rightarrow B$ é **bijetora** se, e somente se, f é **sobrejetora e injetora**.

Ao invés de falarmos que “ f é uma função bijetora de A em B ”, podemos falar que “ f é uma **bijeção** de A em B ”.

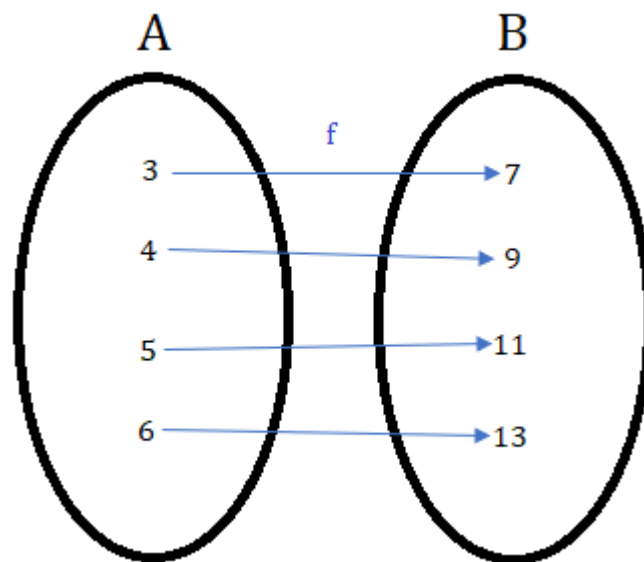
Vejamos alguns exemplos de funções bijetivas:

Exemplo 1: A função f de $A = \mathbb{R}$ em $B = \mathbb{R}$, definida pela função $f(x) = 3x + 2$, é bijetora, pois f é sobrejetora e injetora.

A função é sobrejetora, pois qualquer que seja $y \in \mathbb{R}$, $\exists x \in \mathbb{R}$ tal que $y = 3x + 2$, tomando $x = \frac{y-2}{3}$.

A função é injetora, pois qualquer que sejam $x_1, x_2 \in \mathbb{R}$, se $x_1 \neq x_2$ então $f(x_1) \neq f(x_2)$.

Exemplo 2: A função f de $A = \{3, 4, 5, 6\}$ em $B = \{7, 9, 11, 13\}$, definida pela função $f(x) = 2x + 1$, é bijetora, pois f é sobrejetora e injetora, como nos mostra a figura abaixo.



A função é sobrejetora, pois todos os elementos de B são imagens do domínio.

A função é injetora, pois dois elementos distintos de A têm como imagens distintas de B.

Reconhecimento através do Gráfico

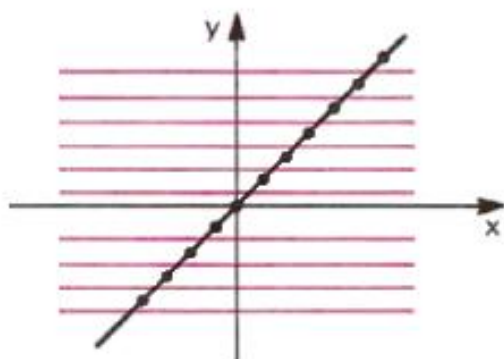
Nas representações cartesianas de uma função f qualquer, podemos perceber vários aspectos, apenas observando o gráfico da função, como por exemplo: as raízes da função. Mas também podemos descobrir, através da observação, se a função é sobrejetora, injetora ou bijetora. Para isso, devemos primeiramente fazer retas paralelas ao eixo x e depois analisar o número de pontos do gráfico que intersectam com as retas paralelas.

Vejamos como identificar através do gráfico cada função:

- ✦ Se cada uma das retas paralelas ao eixo x cortar o gráfico em um só ponto ou não cortar o gráfico, então a função é **injetora**.

Exemplos:

a) $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$
 $f(x) = x$



b) $f: \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R}$
 $f(x) = x^2$

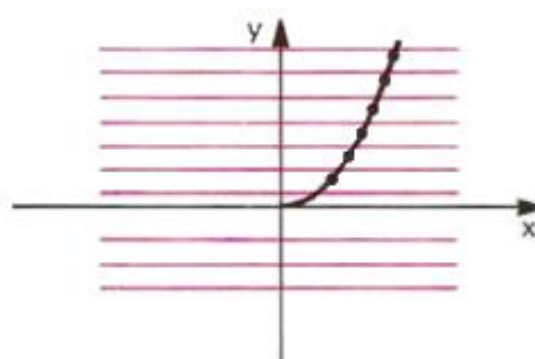
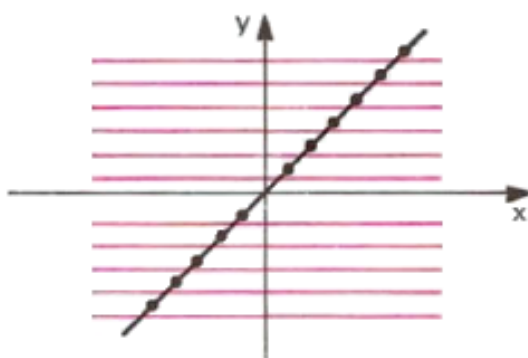


Figura 17 - Exemplos de Funções Injetoras.

♣ Se cada uma das retas paralelas ao eixo x cortar o gráfico em um ou mais pontos, então a função é **sobrejetora**.

Exemplos:

a) $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$
 $f(x) = x - 1$



b) $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}_+$
 $f(x) = x^2$

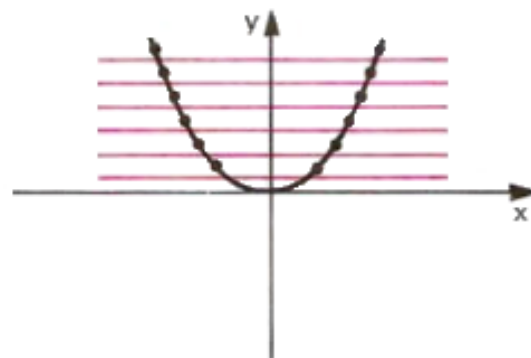


Figura 18 - Exemplos de Funções Sobrejetora.

♣ Se cada uma dessas retas paralelas ao eixo x cortar o gráfico em um só ponto, então a função é **bijetora**.

Exemplos:

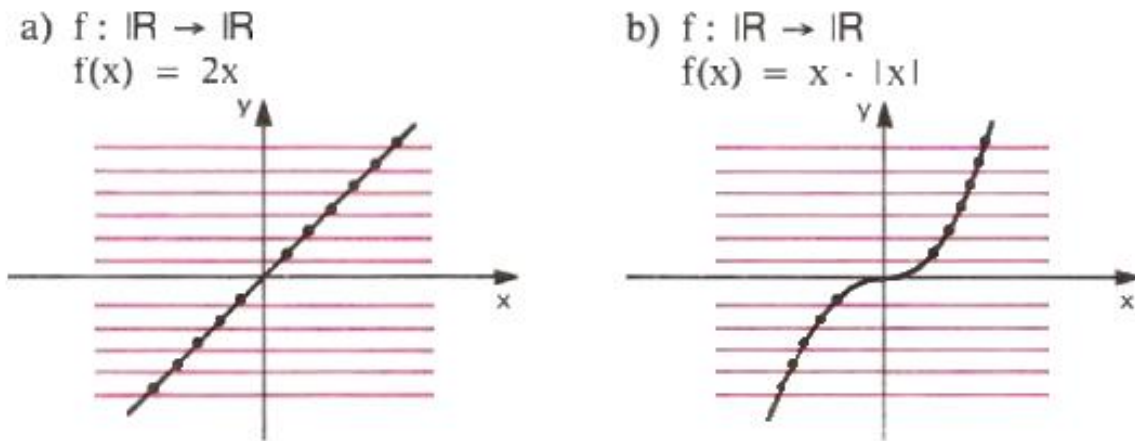


Figura 19 - Exemplos de Funções Bijetoras.

Resumo

Seja a função f de A em B e considerando as retas horizontais por $(0, y)$ com $y \in B$ temos que:

- ♣ Se nenhuma reta corta o gráfico mais de uma vez, então f é **injetora**.
- ♣ Se toda reta corta o gráfico, então f é **sobrejetora**.
- ♣ Se toda reta corta o gráfico em um só ponto, então f é **bijetora**.

Composta Sobrejetora

Se duas funções forem sobrejetoras, a composta das duas será sobrejetora também, conforme verificamos no Teorema abaixo.

Teorema: Se duas funções $f: A \rightarrow B$ e $g: B \rightarrow C$, são sobrejetoras, então a função composta $g \circ f$ de A em C é também sobrejetora.

Demonstração: A função g é sobrejetora por hipótese, e isto quer dizer que para todo $z \in C$, existe y em B tal que $g(y) = z$.

A função f também é sobrejetora por hipótese. Com isso, temos que para todo $y \in B$, existe x em A tal que $f(x) = y$.

Logo, para todo $z \in C$, existe x em A tal que

$$z = g(y) = g(f(x)) = (g \circ f)(x)$$

■ Q.E.D

Composta Injetora

Se duas funções forem injetoras, a composta das duas será injetora também, conforme verificamos no Teorema abaixo.

Teorema: Se duas funções $f: A \rightarrow B$ e $g: B \rightarrow C$, são injetoras, então a função composta $g \circ f$ de A em C é também injetora.

Demonstração: Consideremos x_1 e x_2 dois elementos quaisquer de A e suponhamos que $(g \circ f)(x_1) = (g \circ f)(x_2)$, isto é, $g(f(x_1)) = g(f(x_2))$.

Como g é injetora, da última igualdade resulta que $f(x_1) = f(x_2)$.

E a função f também é injetora, sendo assim, temos $x_1 = x_2$.

Portanto, $g \circ f$ é injetora, pois todas as imagens iguais são de elementos iguais.

■ Q.E.D

Exercícios

- Sejam as funções reais f e g definidas por $f(x) = x^2 + 4x - 5$ e $g(x) = 2x - 3$.
 - Calcule $f \circ g$.
 - Calcule $g \circ f$.
 - Calcule $(f \circ g)(2)$ e $(g \circ f)(2)$.
 - Determine os valores do domínio da função $f \circ g$ que produzem imagem 16.
- Sejam as funções reais f e g definidas por $f(x) = x^2 - x - 2$ e $g(x) = 1 - 2x$.
 - Calcule $f \circ g$.
 - Calcule $g \circ f$.
 - Calcule $(f \circ g)(-2)$ e $(g \circ f)(-2)$.
 - Determine os valores do domínio da função $f \circ g$ que produzem imagem 10.
- Sejam as funções reais f e g definidas por $f(x) = x^2 - 4x + 1$ e $g(x) = x^2 - 1$. Obtenha $f \circ g$ e $g \circ f$.
- Nas funções reais f e g , definidas por $f(x) = x^2 + 2$ e $g(x) = x - 3$, obtenha as leis que definem:
 - $f \circ g$.
 - $g \circ f$.
 - $f \circ f$.
 - $g \circ g$.
- Sejam as funções definidas por $f(x) = x^2 + 2x + 3$ e $g(x) = x^2 + ax + b$. Mostre que, se $f \circ g = g \circ f$, então $f = g$.
- Sejam $f(x) = \sqrt{x - 1}$ e $g(x) = 2x^2 - 5x + 3$. Determine os domínios das funções $f \circ g$ e $g \circ f$.
- Sejam $f(x) = \frac{x+1}{x-2}$, definida para todo x real e $x \neq 2$, e $g(x) = 2x + 3$, definida para todo x real. Forneça:
 - O domínio e $f \circ g$.
 - O domínio e $g \circ f$.
- Sejam as funções $f(x) = 2x + 1$, $g(x) = x^2 - 1$ e $h(x) = 3x + 2$. Obtenha $(h \circ g) \circ f$.
- Sejam as funções reais $f(x) = 3x - 5$ e $(f \circ g)(x) = x^2 - 3$. Determine a função g .
- Sejam as funções reais $f(x) = 2x + 7$ e $(f \circ g)(x) = x^2 - 2x + 3$. Determine a função g .
- Sejam f e g as funções reais definidas por

$$f(x) = \begin{cases} x^2 - 4x + 3, & x \geq 2 \\ 2x - 3, & x < 2 \end{cases} \quad e \quad g(x) = 2x + 3$$

Obtenha as funções $f \circ g$ e $g \circ f$.

12) Sejam f e g as funções reais definidas por

$$f(x) = \begin{cases} 4x - 3, & x \geq 0 \\ x^2 - 3x + 2, & x < 0 \end{cases} \quad e \quad g(x) = \begin{cases} x + 1, & x > 2 \\ 1 - x^2, & x \leq 2 \end{cases}$$

Obtenha as funções $f \circ g$ e $g \circ f$.

13) Sejam as funções reais g e $f \circ g$ definidas por

$$(f \circ g)(x) = \begin{cases} 4x^2 - 6x - 1, & x \geq 1 \\ 4x + 3, & x < 1 \end{cases} \quad e \quad g(x) = 2x - 3$$

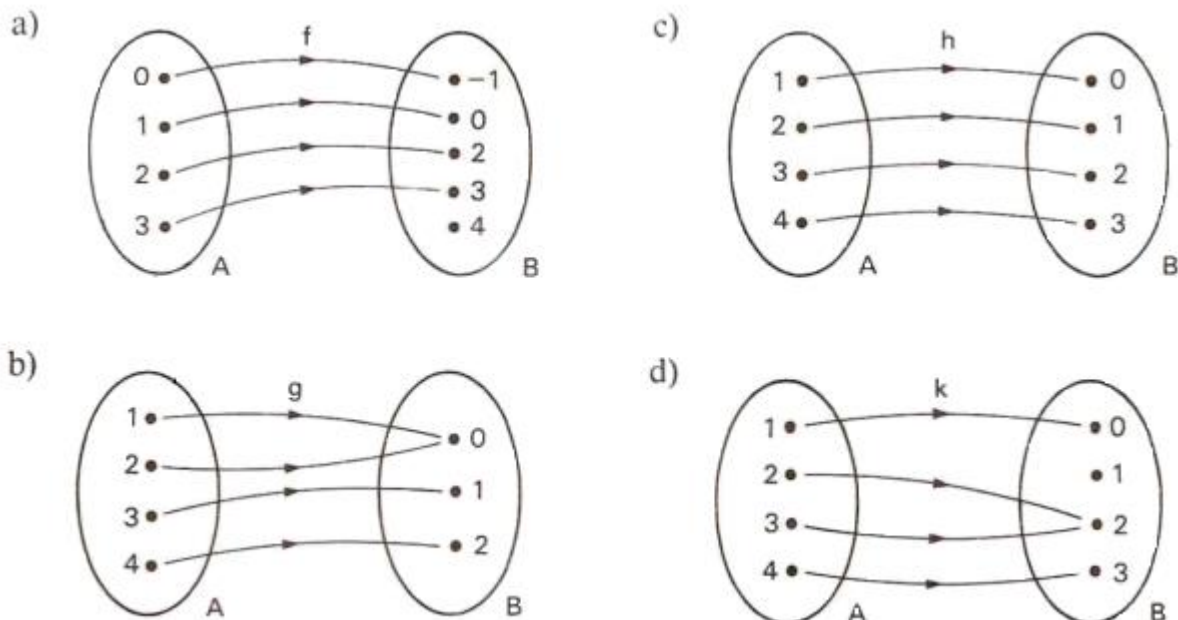
Obtenha a função f .

14) Classifique as funções seguintes em:

- I) Injetora
- II) Sobrejetora
- III) Bijetora
- IV) Não é sobrejetora nem injetora

- a) $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $f(x) = 2x + 1$
 b) $g: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}_+$ tal que $g(x) = 1 - x^2$
 c) $h: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}_+$ tal que $h(x) = |x - 1|$
 d) $m: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ tal que $m(x) = 3x + 2$
 e) $p: \mathbb{R}^* \rightarrow \mathbb{R}^*$ tal que $p(x) = \frac{1}{x}$
 f) $q: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $q(x) = x^3$
 g) $r: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $r(x) = |x| \cdot (x - 1)$

15) Indique qual das funções abaixo é injetora, sobrejetora ou bijetora.



16) Determine o valor de b em $B = \{y \in \mathbb{R} \mid y \geq b\}$, de modo que a função f de \mathbb{R} em B , definida por $f(x) = x^2 - 4x + 6$, seja sobrejetora.

17) Determine o valor de a em $A = \{x \in \mathbb{R} \mid x \leq a\}$, de modo que a função f de A em \mathbb{R} , definida por $f(x) = 2x^2 - 3x + 4$, seja sobrejetora.

18) Determine o conjunto B , de modo que a função $f: [-1, 2] \rightarrow B$, definida por $f(x) = |2x - 3|$, seja sobrejetora. Essa função é injetiva? Justifique.

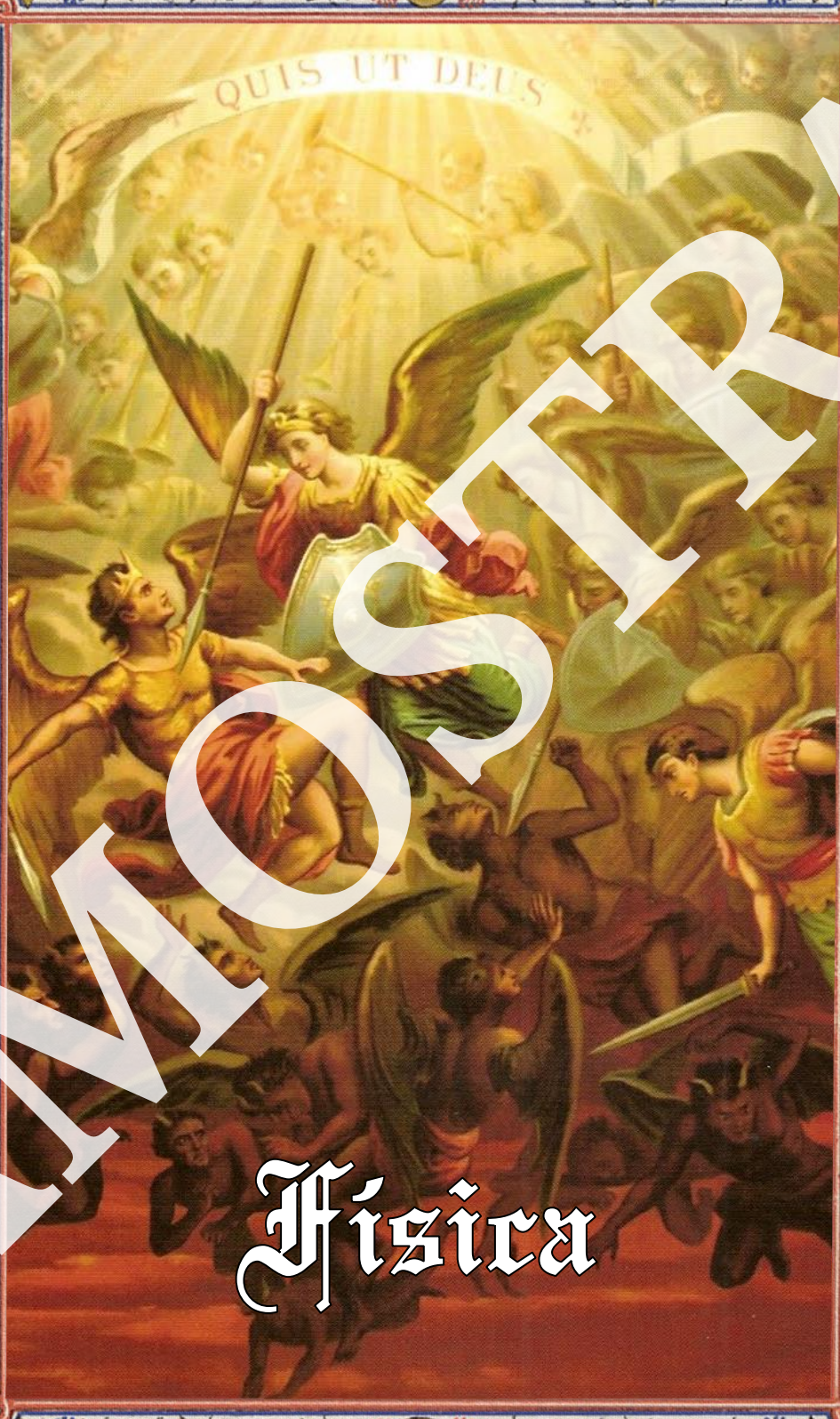
19) Classifique em injetora, sobrejetora ou bijetora a aplicação $f: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ definida por

$$f(n) = \begin{cases} \frac{n}{2}, & \text{se } n \text{ é par} \\ \frac{n+1}{2}, & \text{se } n \text{ é ímpar} \end{cases}$$



QUIS UT DEUS

Física



Capítulo 11

Movimento circular

Retomando

Nos volumes anteriores, estudamos o movimento local dos corpos em trajetórias retilíneas, especificamente em duas situações: quando a velocidade do corpo ao longo do movimento é constante (Movimento Uniforme – M.U.) e quando a velocidade do corpo varia de forma uniforme, ou seja, com velocidade constante (Movimento Uniformemente Variado – M.U.V.).

Estudamos conceitos como espaço, tempo, velocidade e aceleração, e vimos que existe uma maneira matemática de relacionar estes conceitos para responder à pergunta “*Como é?*” em relação aos movimentos locais uniforme e uniformemente variado. Observe, a seguir, um resumo das fórmulas que descrevem matematicamente estes movimentos:

	M.U.	M.U.V.
Velocidade	$V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ <p><i>*v = constante</i></p>	$v = v_0 + a \cdot t$
		$v_m = \frac{v_1 + v_2}{2}$
		$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$
Aceleração	$a = 0$	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{\Delta t}$ <p><i>*a = constante</i></p>
Posição	$s = s_0 + v \cdot t$	$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$

Mas, nem sempre a trajetória que os corpos descrevem em movimentos locais é retilínea: a trajetória também pode ser oblíqua ou circular.

Movimento oblíquo: Um movimento oblíquo ocorre parte na vertical e parte na horizontal. O lançamento de uma bola de basquete, por exemplo, é um movimento oblíquo, porque a bola se desloca para frente (horizontal), mas também sobe e desce (vertical).

Outros exemplos de movimentos oblíquos:

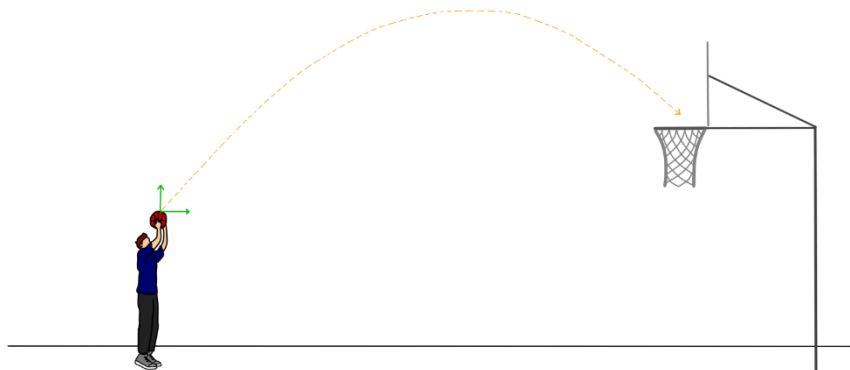


Figura 1 – Exemplo de movimento oblíquo: Lançamento de uma bola

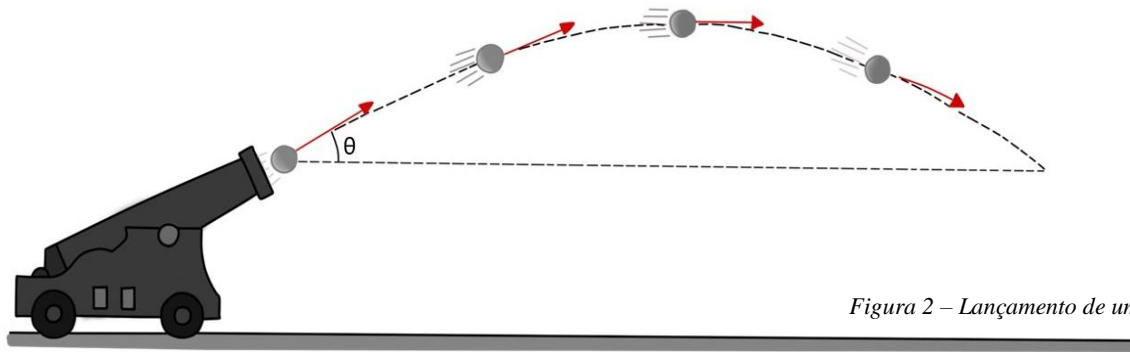


Figura 2 – Lançamento de um canhão

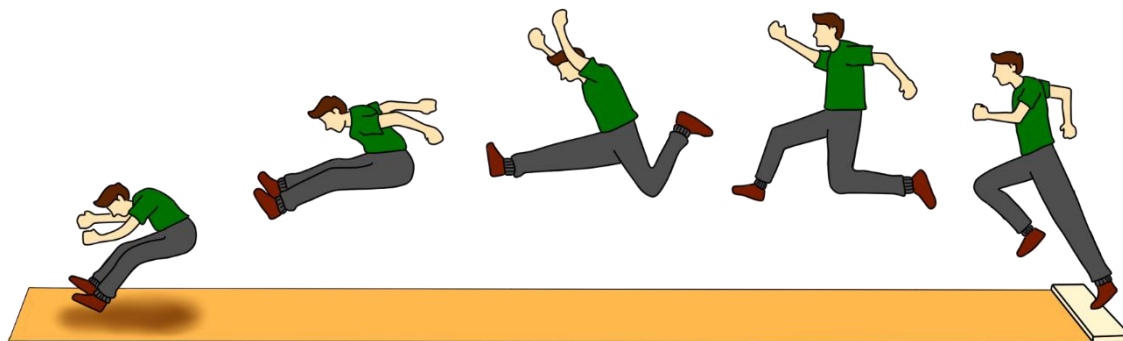


Figura 3 – Salto em distância

Movimento circular: O movimento circular é um movimento de rotação, diferentemente dos movimentos retilíneo e oblíquo, que são movimentos de translação.

O movimento de translação afeta as partes em razão do todo, porque todas as partes se movem da mesma maneira que todo o corpo – como vimos no Capítulo 8 do volume 3¹⁵ - enquanto que o movimento de rotação afeta o todo em razão das partes, porque o movimento total do corpo é o resultado do movimento diferente de cada parte. Por exemplo:

Imagine as hélices de um ventilador em funcionamento; elas se movem segundo uma trajetória circular. Analisando uma única hélice podemos notar que tanto a parte mais interna quanto a mais externa, se move em conjunto:

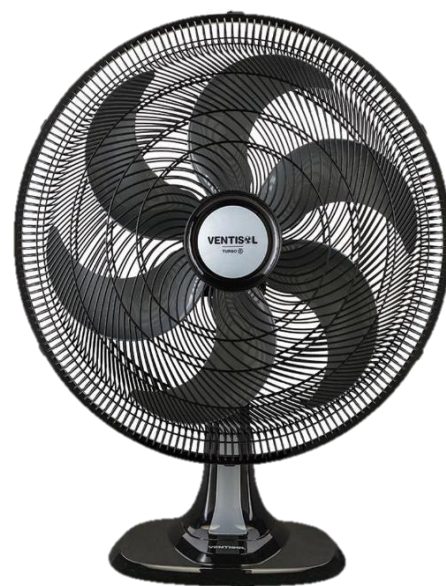
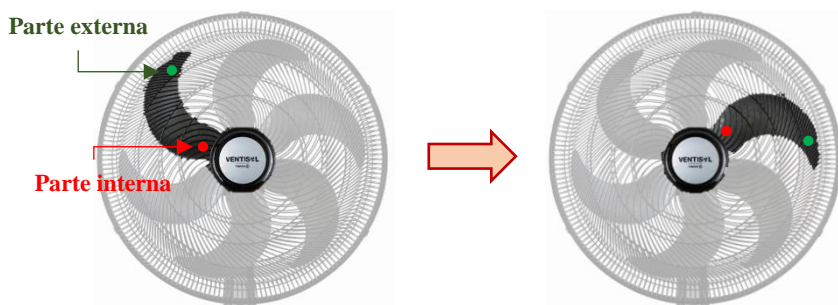
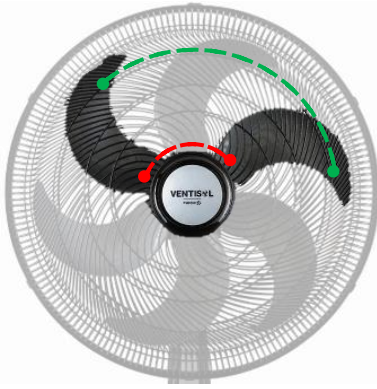


Figura 4 – As hélices do ventilador realizam movimento circular.

¹⁵ “No movimento retilíneo, vamos supor que o objeto em movimento é uma partícula (ou seja, um objeto pontual – sem dimensão) ou um objeto que se move como uma partícula (isto é, todas as partes do objeto se movem na mesma direção e com a mesma rapidez).” (volume3)



Perceba que apesar de se moverem juntas, cada uma das partes da hélice realiza um movimento diferente:

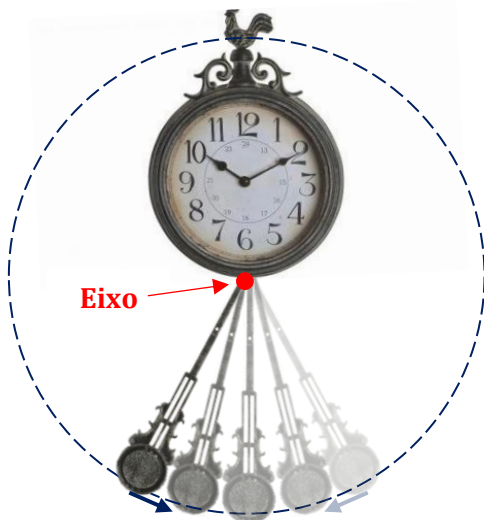
A parte externa da hélice (verde) percorre uma trajetória maior que a parte interna (vermelha), no mesmo movimento, ou seja, no mesmo intervalo de tempo. Assim, fica claro que cada parte da hélice realiza um movimento próprio, mas que, em conjunto, resulta no movimento total do ventilador. Isso ocorre em todos os movimentos de rotação, por isso dizemos que esse tipo de movimento *afeta o todo em razão das partes*.

Neste capítulo, nos deteremos a estudar mais profundamente o movimento circular, começando por alguns conceitos iniciais como deslocamento, velocidade e aceleração, seguindo para o Movimento Circular Uniforme (M.C.U.) e posteriormente para o Movimento Circular Uniformemente Acelerado (M.C.U.A.)

Movimento Circular - Conceitos iniciais

O Movimento Circular, ou rotatório, é o movimento de um corpo rígido que gira ao redor de um eixo, ou seja, em torno de uma linha reta que permanece fixa e é perpendicular ao plano do movimento. Muitas vezes, ao invés de tratarmos o eixo de rotação como uma linha reta, tratamos como simplesmente um ponto.

A)



B)



D)



C)

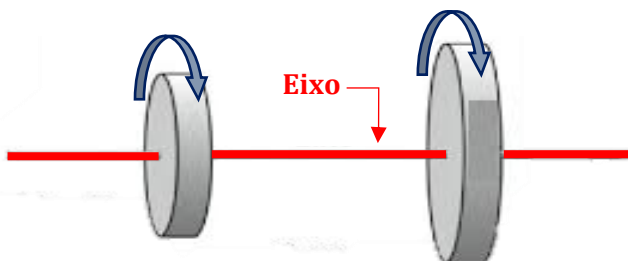


Figura 5 - Fica evidente, por ser um movimento de rotação, que sempre deve haver um eixo fixo ao redor do qual ocorre o movimento.

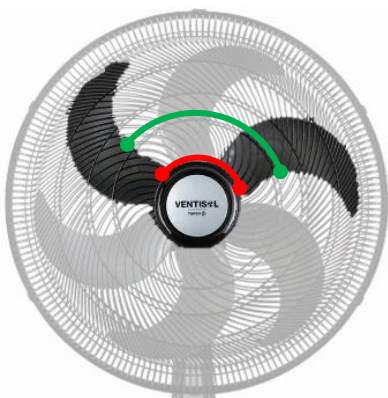
Observação:

Perceba que a figura 5 A) retrata um relógio cujo pêndulo realiza uma espécie de movimento circular. O movimento circular realizado por este pêndulo é um pouco diferente dos demais, já que não executa voltas completas ao redor do eixo, mas faz um movimento de ida e volta. No entanto, apesar do pêndulo não realizar voltas completas, o movimento que executa segue uma trajetória circular, tendo o começo do pêndulo como centro da circunferência; por isso classificamos como um movimento circular.

Deslocamento linear x Deslocamento angular

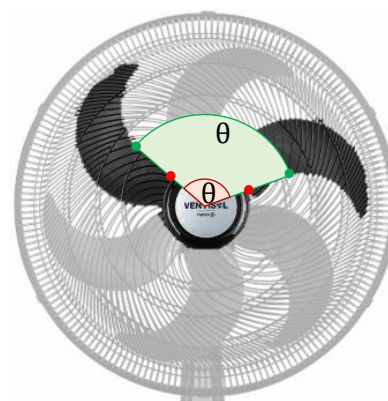
Voltemos ao exemplo das hélices do ventilador para compreender mais profundamente como se dá o deslocamento do corpo em Movimento Circular.

Vimos que apesar de se moverem juntas, cada uma das partes da hélice realiza um movimento diferente:



Analisando o deslocamento dos dois pontos da hélice (verde e vermelho), percebemos que em relação ao comprimento da trajetória, o ponto verde percorre uma trajetória maior que o ponto vermelho (figura ao lado), ou seja, o ponto verde percorre uma linha maior, por isso dizemos que seu *deslocamento linear* é maior que o *deslocamento linear* do ponto vermelho. Sendo assim, o *deslocamento linear* de um corpo corresponde à distância que ele percorre, que pode ser medida em metros, por exemplo.

Por outro lado, como os dois pontos fazem parte da mesma hélice, ambos percorrem o mesmo *espaço angular*, porque varrem o mesmo ângulo da circunferência – como pode ser observado na figura ao lado. Então dizemos que o *deslocamento angular* do ponto verde é igual ao *deslocamento angular* do ponto vermelho: ambos se deslocaram θ graus (ou radianos – veremos adiante as unidades de medida utilizadas para medir ângulos).



Velocidade

Para o movimento de translação, definimos a velocidade como a variação do espaço em função do tempo, sendo assim, convém fazer o mesmo para os movimentos de rotação. A diferença que encontramos no deslocamento destes dois tipos de movimentos é que na translação, o corpo se desloca apenas em linha reta na horizontal ou na vertical e o espaço percorrido pode ser medido em metros, ou utilizando múltiplos ou submúltiplos desta unidade. Já na rotação, como vimos, o corpo se desloca de forma angular e linear. Desta forma, podemos medir também dois tipos de velocidades: velocidade angular, quando o deslocamento é angular, e velocidade linear, quando o deslocamento é linear.

Vamos estudar primeiramente a velocidade angular e, em seguida, a velocidade linear.

Velocidade Angular

Como o deslocamento angular é medido em ângulos, a variação do espaço pode ser escrita como $\Delta\theta$, de forma semelhante a variação do espaço nos movimentos de translação (ΔS).

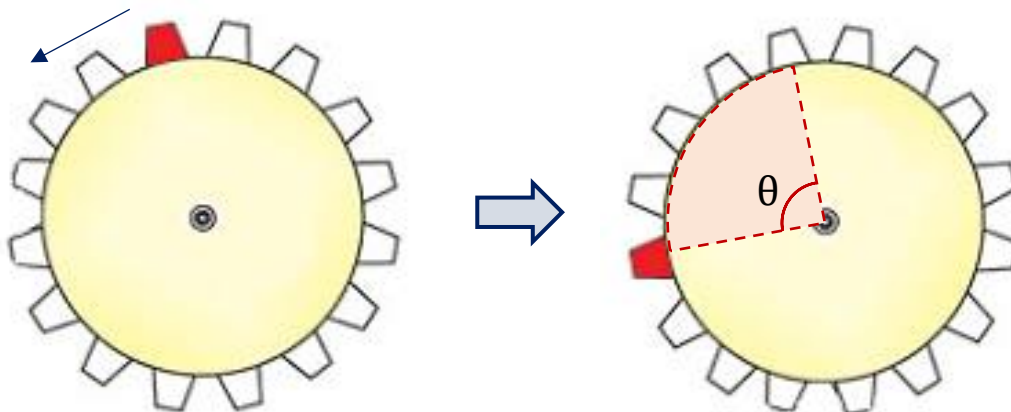


Figura 6 – O dente vermelho da roldana tem deslocamento igual a θ (θ é uma letra grega: lê-se “têta”).

A variação do tempo, em ambos os movimentos pode ser escrita como Δt – já que independente do tipo de movimento, o tempo é sempre o mesmo, medido em segundos, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades.

Sendo assim, se a variação do espaço é $\Delta\theta$ e a variação do tempo é Δt , a velocidade do movimento circular pode ser escrita como a relação:

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

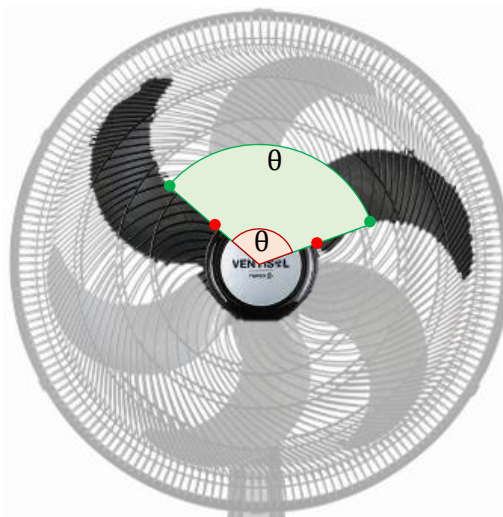
Chamamos esta velocidade de “velocidade angular”, e a representamos com a letra grega “ ω ” (lê-se: ômega). A velocidade angular é a velocidade com que o corpo todo gira ao redor do eixo de rotação. Como todas as partes do corpo se deslocam a mesma quantidade de ângulos em um determinado tempo, podemos assumir que essa velocidade angular é igual para cada parte do corpo. Voltemos ao exemplo do ventilador para perceber este fenômeno (imagem ao lado):

Apesar da parte mais externa da hélice (verde) percorrer uma distância em metros maior que a parte interna (vermelha), ambas as partes percorrem a mesma quantidade de ângulos, logo o seu deslocamento angular $\Delta\theta$ é igual, no mesmo intervalo de tempo, o que indica que, de fato, a velocidade angular é sempre a mesma para qualquer parte do corpo que está em rotação.

O Movimento Circular que tem velocidade angular constante é chamado Movimento Circular Uniforme (M.C.U.).

Unidade de medida da Velocidade Angular

A velocidade do movimento de translação é medida em metros por segundo, já que a unidade de medida de deslocamento é o metro e a unidade de medida de tempo é o segundo. Sendo assim, existem



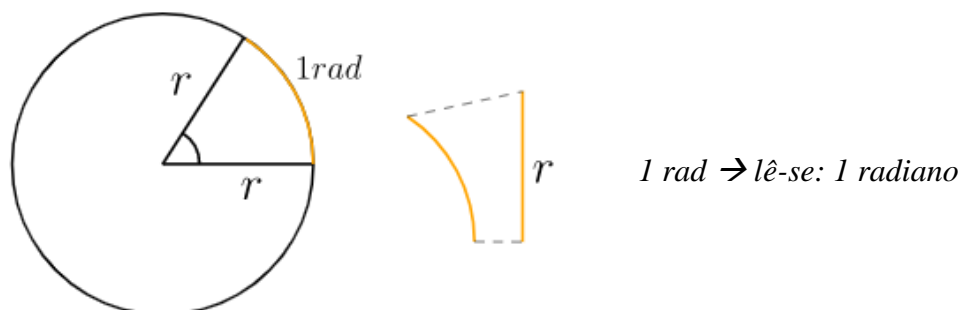
duas unidades geralmente utilizadas para medir a velocidade angular: *radianos por segundo* ou *rotações por minuto (rpm)*.

Radianos por segundo (rad/s)

O que é 1 radiano?

1 radiano é o ângulo cujo arco tem comprimento igual ao raio. Explico:

Em uma circunferência, o ângulo correspondente a 1 radiano é aquele cuja abertura compreende um arco com comprimento igual ao raio da circunferência.



Logo, radiano é uma maneira de medir ângulos, assim como o “grau”.

Podemos escrever 1 radiano como sendo a razão entre o comprimento da circunferência (s) e o raio (r), quando $s = r$. Sendo assim, a razão matemática que define radiano é:

$$\theta = \frac{s}{r}$$

Qual a relação entre graus e radianos?

Vimos que um arco de comprimento r mede 1 rad . Utilizando uma regra de três simples, podemos determinar a relação entre os graus e os radianos. Sabendo que um arco de comprimento r mede 1 rad , e que a circunferência toda mede $2\pi r$, quanto mede, em radianos, toda a circunferência?¹⁶

$$\begin{array}{r} r \quad \text{---} \quad 1 \text{ rad} \\ 2\pi r \quad \text{---} \quad x \\ r \cdot x = 2\pi r \cdot 1 \\ x = \frac{2\pi r}{r} \\ x = 2\pi \end{array}$$

A circunferência mede 2π radiano, logo $360^\circ = 2\pi \text{ rad}$.

Medindo o ângulo de deslocamento do móvel em radianos, e considerando a unidade de tempo como segundos (unidade padrão), chegamos à conclusão de que a velocidade angular pode ser medida em rad/s.

Exemplo 1:

Um corpo em movimento circular uniforme descreve 15 voltas por segundo em uma circunferência de 8,0 cm de raio. Determine a velocidade angular desse corpo em rad/s.

¹⁶ Para saber mais sobre o número π (lê-se: “pi”) e sua relação com o círculo, leia o Anexo 1 no final deste capítulo.

Resposta:

Sabemos que uma volta completa tem 2π rad. Logo, 15 voltas têm

$$15 \cdot 2\pi = 30\pi \text{ rad}$$

Se o corpo percorre 30π rad a cada 1 segundo, concluímos que a velocidade angular é:

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$\omega = \frac{30\pi}{1}$$

$$\omega = 30\pi \text{ rad/s}$$

Exemplo 2:

Na época em que viveu Nosso Senhor Jesus Cristo, os romanos tinham o costume de dar severas punições para os prisioneiros, sendo a mais cruel de todas a crucificação. Os soldados deitavam a cruz na horizontal e pregavam o condenado nesta posição; em seguida, amarravam uma corda para levantar a cruz e trazê-la para a posição vertical. Supondo que eles demoravam aproximadamente 5 segundos para levantar a cruz, desde a horizontal até estar totalmente na vertical, é possível calcular qual era a velocidade angular com que a cruz era levantada?

DADO: $\pi = 3,14$

Resposta:

Para calcular a velocidade angular deste movimento, precisamos determinar a variação do espaço ($\Delta\theta$) e a variação do tempo (Δt). Pelo enunciado do problema, sabemos que $\Delta t = 5\text{s}$, que é o tempo que levaram para levantar a cruz.

Para determinar $\Delta\theta$, devemos considerar que a cruz estava na posição horizontal e passou para a posição vertical, ou seja, ela se deslocou $\Delta\theta = 90^\circ$, que é o mesmo que $\frac{360^\circ}{4}$, ou seja, $\Delta\theta = \frac{2\pi}{4} \text{ rad}$.

Sendo assim:

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$\omega = \frac{\frac{2\pi}{4}}{5}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{4} \cdot \frac{1}{5}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{20}$$

$$\omega = \frac{\pi}{10}$$

Como $\pi = 3,14$

$$\omega = \frac{3,14}{10}$$

$$\omega \cong 0,3 \text{ rad/s}$$

Rotações por minuto (rpm)

Outra maneira de medir a velocidade angular é em rotações por minuto, ou seja, quantas voltas o corpo dá em torno do eixo de rotação a cada um minuto.

Exemplo 3:

Santa Catarina de Alexandria¹⁷ foi condenada ao martírio por uma máquina de rodas que trituriariam o seu corpo, mas sobreviveu por uma intervenção divina. Leia o breve relato que conta como este fato aconteceu:

“(...) Indignado, o Imperador disse: ‘Escolha, de duas uma, oferecer sacrifício e viver, ou sofrer os mais cruéis tormentos e perecer’. Catarina: ‘Quaisquer que sejam os tormentos que você possa imaginar, não demore em aplicá-los, pois desejo oferecer minha carne e meu sangue a Cristo, como Ele próprio se ofereceu por mim. Ele é meu Deus, meu amante, meu pastor e meu único esposo’.

Então o prefeito aconselhou o enfurecido rei a mandar preparar em três dias quatro rodas guarnecidas de serras de ferro e de pregos muito pontiagudos, a fim de que essa máquina moesse Catarina em pedaços e o exemplo de morte tão cruel amedrontasse o resto dos cristãos. Dispuseram-se duas rodas que deviam girar numa direção, ao mesmo tempo que duas outras seriam postas em movimento no sentido contrário, de maneira que as debaixo deviam rasgar as carnes que as rodas de cima houvessem jogado nelas. A bem-aventurada virgem rogou ao Senhor que quebrasse tal máquina pela glória de seu nome e pela conversão do povo que se encontrava ali. Imediatamente, um Anjo do Senhor moeu essa mó e arremessou os pedaços com tanta força que 4 mil gentios morreram.”

(Legenda Áurea: Vida de Santos)



Figura 6 - Martírio de Santa Catarina de Alexandria

A cruel máquina criada para matar Santa Catarina, quando colocada em funcionamento, realizava um movimento circular. Imagine que a roda dava uma volta completa a cada dez segundos: qual a velocidade angular desta roda em rpm?

(...Pense antes de continuar lendo...)

Sabemos que em 10 segundos a roda completava 1 volta, em 60 segundos (1 minuto) quantas voltas eram dadas?

Seguindo a proporção, concluímos que:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ volta} \quad \text{---} \quad 10 \text{ segundos} \\ x \quad \quad \quad \text{---} \quad 60 \text{ segundos} \end{array}$$

$$10 \cdot x = 1 \cdot 60$$

$$x = \frac{60}{10}$$

$$x = 6$$

Resposta:

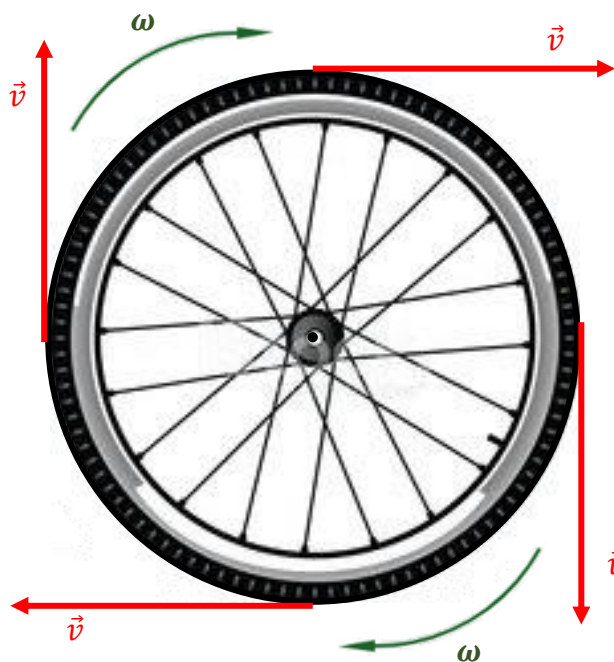
A máquina que foi construída para o martírio de Santa Catarina de Alexandria, de acordo com as considerações do enunciado, girava com velocidade angular de 6 rpm (rotações por minuto).

¹⁷ A história completa de Santa Catarina de Alexandria pode ser lida no Anexo 2, no final deste capítulo.

Velocidade Linear

A velocidade linear no movimento circular é a velocidade com que cada ponto percorre a linha da sua trajetória. Lembre-se que para dar uma volta completa, um ponto mais distante do centro percorre uma trajetória maior que um ponto mais próximo do centro. Sendo assim, a velocidade com que o ponto mais externo percorre sua trajetória deve ser maior, para que ambos deem a volta ao mesmo tempo.

A velocidade linear sempre é representada por uma linha reta, mesmo que a trajetória do móvel seja circular, diferente da velocidade angular que é representada por um arco na direção que o movimento ocorre.



Representamos a velocidade \vec{v} com uma seta em cima da letra v porque estamos representando um vetor. Caso você não saiba o que é um vetor, leia o Anexo 3 no final deste capítulo antes de continuar seu estudo.

Figura 7- Representação das velocidades linear e angular.

A velocidade linear é a mesma velocidade do movimento de translação, por isso é representada pela letra v . Já a velocidade angular, como vimos, é representada pela letra ω .

Vamos comparar e relacionar as velocidades angular e linear matematicamente. Para isso, vamos analisar um objeto que realiza uma volta completa em torno do eixo de rotação:

Velocidade Linear	Velocidade Angular
$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \text{ (m/s)}$	$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \text{ (rad/s)}$
<p>Para uma volta completa, o corpo percorre todo o perímetro da circunferência, logo seu deslocamento linear é $2\pi r$:</p> $v = \frac{2\pi r}{\Delta t}$	<p>Para uma volta completa, o corpo percorre todo o perímetro da circunferência, logo seu deslocamento angular é 2π (360°):</p> $\omega = \frac{2\pi}{\Delta t}$
<p>Perceba que há, portanto, uma relação entre a velocidade linear e angular. Podemos relacioná-las matematicamente da seguinte maneira:</p> $v = \omega \cdot r$	

Exemplo 1:

É muito comum haver relógios nas torres das catedrais, e nesses relógios, os ponteiros realizam movimento circular.

Considerando um ponto P na ponta do ponteiro menor, calcule a velocidade angular e linear deste ponto P.

DADOS: $\pi = 3,14$

Raio do relógio = 2 metros

Resposta:

Para dar uma volta completa, o ponteiro menor demora 1 hora, ou 3600 segundos. Logo, $\Delta t = 3600s$.

Velocidade linear:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$
$$v = \frac{2\pi r}{\Delta t}$$
$$v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2}{3600}$$
$$v = \frac{12,56}{3600}$$
$$v = 0,0035 \text{ m/s}$$

Vamos escrever este resultado utilizando notação científica, já que é um valor muito pequeno¹⁸:

$$v = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

Velocidade angular:

$$v = \omega \cdot r$$
$$\omega = \frac{v}{r}$$
$$\omega = \frac{3,5 \cdot 10^{-3}}{2}$$
$$\omega = 1,75 \cdot 10^{-3} \text{ rad/s}$$

Observação:

Também podemos calcular a velocidade angular com a fórmula $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ obtendo o mesmo resultado.

R: A velocidade linear do ponto P é $v = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ e a velocidade angular do mesmo ponto é $\omega = 1,75 \cdot 10^{-3} \text{ rad/s}$.

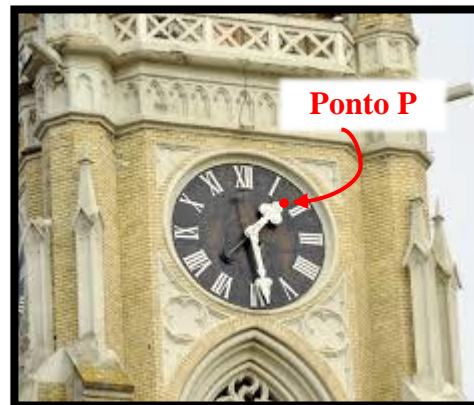


Figura 8 – Os ponteiros do relógio realizam movimento circular

¹⁸ Caso não tenha aprendido sobre o Método Científico, leia o Anexo 4 no final deste capítulo.

Atividades

1. Explique a diferença entre os movimentos Retilíneo, Oblíquo e Circular e dê um exemplo para cada um destes movimentos.

2. Qual a diferença entre o deslocamento linear e o deslocamento angular em um movimento circular?

3. Imagine um sacerdote incensando o altar. O turibulo realiza um movimento cuja trajetória é um arco de circunferência, ou seja, um movimento circular.

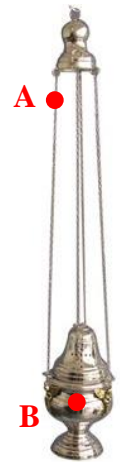
Considerando a imagem ao lado, responda e explique:

a) Qual dos pontos, A ou B, tem maior deslocamento linear?

b) Qual deles tem maior deslocamento angular?

c) Qual deles tem maior velocidade linear?

b) Qual deles tem maior velocidade angular?



4. Leia o versículo a seguir e responda as questões:

“Eliseu entrou na casa, onde estava o menino morto em cima da cama. Entrou, fechou a porta atrás de si e do morto, e orou ao Senhor. Depois, subiu à cama, deitou-se em cima do menino, colocou seus olhos sobre os olhos dele, suas mãos sobre as mãos dele, e enquanto estava assim estendido, o corpo do menino aqueceu-se. Eliseu levantou-se, deu algumas voltas pelo quarto, tornou a subir e estendeu-se sobre o menino; este espirrou sete vezes e abriu os olhos. Eliseu chamou Giezi e disse-lhe: Chama a sunamita; o que ele fez. Ela entrou e Eliseu disse-lhe: Toma o teu filho.” (2 Rs 4, 32-36)



Figura 9 - Profeta Eliseu ressuscita o filho da sunamita.

Este trecho nos indica que Eliseu deu *algumas voltas pelo quarto*; suponha que o profeta tenha dado três voltas no quarto, e que o trajeto que percorreu tem circunferência com raio $r = 2$ metros. Se ele demorou 10 minutos para dar estas voltas, qual era sua velocidade angular? E a velocidade linear? Considere $\pi = 3$.

5. Um ciclista pedala em uma trajetória circular de raio $r = 5$ m, com a velocidade de translação $v = 3$ m/s. Qual a velocidade angular do ciclista? (Utilize para a resposta o Sistema Internacional de Unidades de medida).

6. Existe um processo de separação dos componentes do sangue. Neste processo, o sangue é colocado em frascos, posicionados em uma máquina de centrifugação que gira em alta velocidade.

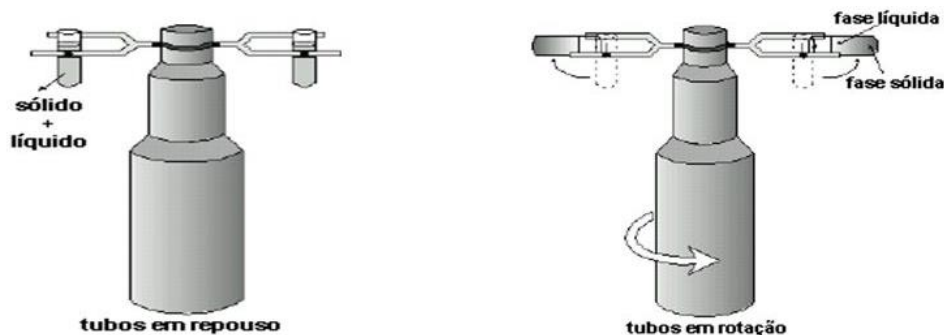


Figura 10 – Máquina de centrifugação do sangue

Considere uma destas máquinas com estrutura circular de raio $R = 20$ cm e frascos de comprimento $L = 5$ cm. Ao girar, os frascos se elevam afastando-se do eixo de rotação. Em uma hora de funcionamento, um frasco de sangue percorre $\theta = 1800^\circ$ a cada 5 segundos. Qual a velocidade angular desta máquina em rpm?

Aceleração

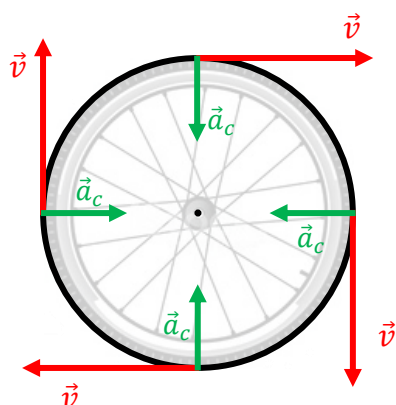
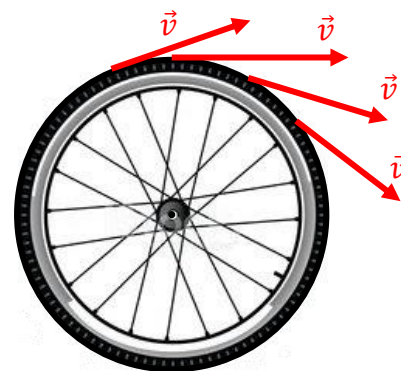
Vimos anteriormente que a aceleração é a variação da velocidade em função do tempo. Como o movimento circular é composto por duas velocidades, também podem ocorrer dois tipos de aceleração: a aceleração linear, que depende da velocidade linear, e a aceleração angular, que depende da velocidade angular.

Aceleração linear: Aceleração centrípeta

A velocidade linear de qualquer corpo em movimento circular pode ter valor constante, mas sua direção sempre varia ao longo do movimento, como pode ser observado na figura ao lado. Se o vetor velocidade não mudasse sua direção, o objeto passaria a se mover em movimento retilíneo.

Como a velocidade varia – mesmo que seja apenas em sua direção – concluímos que há uma aceleração. Logo, como a velocidade linear sempre varia, **em qualquer movimento circular sempre há pelo menos um tipo de aceleração: a aceleração linear, que é denominada nesse tipo de movimento de aceleração centrípeta.**

Esta aceleração não tem relação com o valor da velocidade linear, sendo que ela está presente mesmo quando a velocidade é constante. Isso porque, como podemos perceber analisando a figura a seguir, a velocidade e a aceleração são vetores com direções perpendiculares.



Notação:

\vec{a}_c = vetor aceleração centrípeta

\vec{v} = vetor velocidade linear

A aceleração centrípeta, como o próprio nome já indica, é um vetor com direção voltada para o eixo de rotação (*centrípeta* = *centrí*, que significa “centro”, + *peta*, que significa “dirigir-se a”). Já a velocidade tem direção, como vimos, tangencial à trajetória. O vetor aceleração centrípeta é perpendicular ao vetor velocidade linear, por isso não há relação entre os valores da aceleração e da velocidade, porque os valores de vetores perpendiculares entre si não se somam ou subtraem, apenas se relacionam quanto à direção e sentido.

Para calcular a aceleração centrípeta, podemos pensar na seguinte proporção:

A aceleração aumenta ou diminui conforme a velocidade aumenta ou diminui. E a velocidade linear, como vimos, aumenta ou diminui conforme o raio, ou seja, a distância entre o ponto analisado e o centro da circunferência aumenta ou diminui. Logo, podemos relacionar estas informações utilizando as razões:

$$\frac{a}{v} = \frac{v}{r}$$

Lê-se: “A **aceleração está para a velocidade** assim como a **velocidade está para o raio.**”

De fato, triplicando a velocidade linear, também triplicamos a aceleração, assim como triplicando o raio, triplicamos o valor da velocidade ($v = 2 \cdot \pi \cdot r$).

Sendo assim, podemos isolar a aceleração na proporção anterior a fim de obter uma fórmula matemática pela qual possamos calcular o valor da aceleração centrípeta:

$$\frac{a_c}{v} = \frac{v}{r}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

Observação:

É importante dizer que quem define se a velocidade linear será constante ou variada é a velocidade angular, já que esta é a velocidade de rotação do corpo. Sendo assim, é preciso ainda estudar qual a aceleração relacionada à velocidade angular quando esta varia ao longo do tempo.

A unidade de medida da aceleração centrípeta é:

$$[a_c] * = \frac{[v^2]}{[r]} = \frac{(m/s)^2}{m} = \frac{m^2 / s^2}{m} = \frac{m^2}{s^2} \cdot \frac{1}{m} = \frac{m}{s^2} = \mathbf{m/s^2}$$

* Utilizamos os colchetes [] para indicar que estamos falando das unidades de medida das grandezas que estão dentro dos colchetes. Exemplo: $[a_c] \rightarrow$ Unidade de medida da aceleração centrípeta $\rightarrow m/s^2$.

Aceleração angular

A aceleração angular (a_a) é dada pela variação da velocidade angular no tempo. E é a aceleração angular a aceleração própria do movimento circular que resulta das rotações do corpo em torno do eixo de rotação.

Podemos escrever matematicamente a aceleração angular como:

$$a_a = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

A unidade de medida da aceleração angular é:

$$[a_a] = \frac{[\Delta\omega]}{[\Delta t]} = \frac{rad/s}{s} = \frac{rad}{s} \cdot \frac{1}{s} = \frac{rad}{s^2} = \mathbf{rad/s^2}$$

Importante: Não se confunda a aceleração angular com a aceleração centrípeta que tratamos anteriormente. **A aceleração centrípeta é uma aceleração linear, que se refere à velocidade linear de cada ponto do corpo que gira, e que é diferente segundo a distância entre o ponto e o eixo de rotação. A aceleração angular se refere à velocidade angular, que é a mesma para todo o corpo, e que, portanto, também é a mesma para todas as partes do corpo que gira.**

Sabendo se um corpo em movimento circular se move com ou sem **aceleração angular**, podemos classificar o movimento como uniforme ou uniformemente acelerado, de forma análoga às classificações do movimento retilíneo.

Movimento Circular Uniforme (M.C.U.)

Quando o movimento circular tem **velocidade angular constante**, o classificamos como **Movimento Circular Uniforme (M.C.U.)**, já que a velocidade angular é a velocidade do corpo como um todo que está em movimento circular, enquanto a velocidade linear muda em cada parte do corpo.

Quando o corpo está em M.C.U., podemos aplicar a ele as mesmas fórmulas matemáticas dos movimentos uniformes retilíneos. Veja a tabela a seguir:

Movimento UNIFORME		
	Movimento RETILÍNEO Uniforme	Movimento CIRCULAR Uniforme
Velocidade	$V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ <p style="text-align: center;"><i>*v = constante</i></p>	$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$ <p style="text-align: center;"><i>*ω = constante</i></p>
Aceleração	$a = 0$	$a_a = 0$
Posição	$s = s_0 + v \cdot t$	$\theta = \theta_0 + \omega \cdot t$

Movimento Circular Uniformemente Variado (M.C.U.V.)

Quando, no movimento circular, a **velocidade angular varia de forma uniforme**, o classificamos como **Movimento Circular Uniformemente Variado (M.C.U.V.)**.

Quando o corpo está em M.C.U., podemos aplicar a ele as mesmas fórmulas matemáticas dos movimentos uniformemente variados retilíneos. Veja a tabela a seguir:

Movimento UNIFORMEMENTE VARIADO		
	Movimento RETILÍNEO Uniformemente Variado	Movimento CIRCULAR Uniformemente Variado
Velocidade	$v = v_0 + a \cdot t$	$\omega = \omega_0 + a_a \cdot t$
	$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$	$\omega^2 = \omega_0^2 + 2a_a\Delta \theta$

Aceleração	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ * $a = constante$	$a_a = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$ * $a_a = constante$
Posição	$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$	$\theta = \theta_0 + \omega_0 \cdot t + \frac{a_a \cdot t^2}{2}$

Importante:

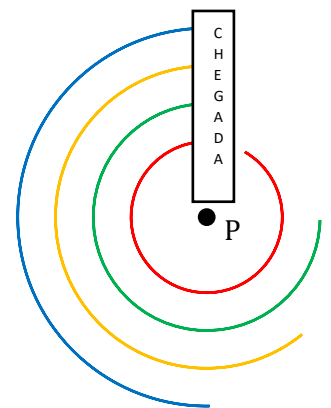
A velocidade linear e a aceleração centrípeta são calculadas da mesma maneira seja o movimento uniforme ou uniformemente variado!

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{e} \quad a_c = \frac{v^2}{r}$$

Atividade

7. São João Bosco organizou uma corrida entre os meninos do oratório e, com a ajuda deles, construiu uma pista circular, onde aconteceria a corrida.

Na pista que eles construíram, cada um dos meninos deveria correr em uma raia diferente. Na figura ao lado, cada raia está marcada com uma cor: a raia vermelha tem 15 metros de raio, a raia verde tem 17 metros de raio, a raia amarela tem 19 metros de raio e a raia azul tem 21 metros de raio, todas em relação ao ponto P que está no centro das circunferências. Perceba que, para que todos os meninos percorram a mesma distância, cada raia tem seu início em um ponto diferente, não formando um círculo fechado.



Imagine que dois dos meninos que competiram foram Tiago e João. Tiago percorreu a pista amarela com velocidade praticamente constante de 4m/s e João percorreu a pista verde com velocidade de 3m/s, praticamente constante. Determine a aceleração centrípeta de Tiago e de João.

8. Um objeto realiza movimento circular e uniforme em uma circunferência com raio igual a 100 cm e com uma aceleração centrípeta de 4 m/s². Determine suas velocidades linear e angular.

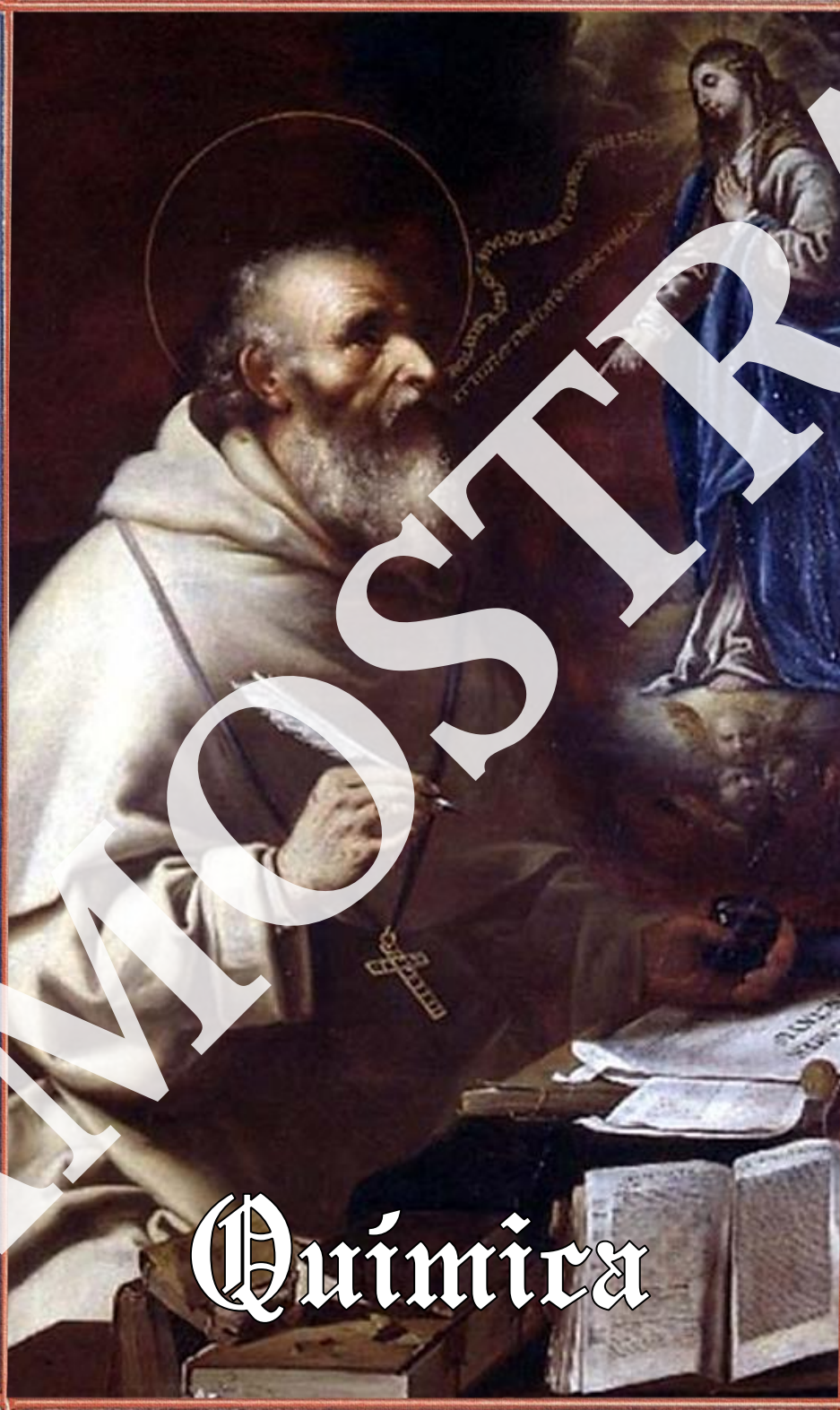
9. A velocidade angular de um móvel em movimento circular é diminuída de 20π rad/s para 5π rad/s, em um intervalo de tempo igual a 5 segundos. Sabendo que o raio do círculo mede 0,6 metros, determine a aceleração angular deste móvel.

10. Um trator tem as rodas traseiras maior que as dianteiras e desloca-se com velocidade constante. Com relação a velocidade linear da roda da frente (v_f), a velocidade linear da roda de trás (v_t), a velocidade angular da roda da frente (ω_f) e a velocidade angular da roda de trás (ω_t), podemos afirmar que:

- a) v_f > v_t e ω_f > ω_t b) v_f > v_t e ω_f < ω_t
- c) v_f < v_t e ω_f = ω_t d) v_f = v_t e ω_f > ω_t
- e) v_f = v_t e ω_f = ω_t

11. Um carro de corrida percorre uma pista circular com velocidade constante de 180km/h e aceleração centrípeta de 25m/s². Com base nestas informações, determine o raio desta pista.

12. Um volante circular, de raio 0,5 metros, gira partindo do repouso com aceleração angular igual a 1,8 rad/s². Responda:



Química

Breve Revisão

SEGUNDO o método de estudo proposto por Hugo de São Vítor²³, só é possível meditar sobre qualquer assunto se este estiver vivo em nossa memória, por isto, é sempre importante relembrarmos os pontos fundamentais dos conteúdos já aprendidos.

No volume 1 e 2, começamos com uma breve introdução à Ciência e quais perguntas ela deve buscar responder para não apresentar explicações reducionistas, a saber: Existe? O que é? Como é? Por causa de que? Se a Ciência buscar responder a estas perguntas, podemos considerá-la como verdadeira, ou, pelo menos, comprometida com a verdade. Algo que não acontece atualmente com a Ciência Moderna, que visa, sobretudo, responder a pergunta “Como é?” sem se preocupar com a essência e a causa das coisas.

Estabelecido estes alicerces, vimos como a Ciência chamada Química pode e deve ser um canal para se conhecer o universo criado. Sendo assim, olhamos um pouco para o objeto de estudo da Química que é a matéria e suas transformações, contudo, fizemos uma série de considerações para não incorrerem em uma visão puramente naturalista. O conceito mais importante deste ponto é a própria definição de massa, a qual, partindo de uma visão aristotélica-tomista, definimos como:

“Massa é o princípio da individuação e o ser em potência, capaz de reter as qualidades sensíveis dos seres materiais”.

Depois de explorarmos cada sentença desta definição, conseguimos abrir um novo horizonte para estudarmos sempre no que chamamos universo aberto, onde tudo tem relação com tudo, mesmo se tratando de modelos mais ou menos elaborados. Daí, foi possível estudarmos os fundamentos da Química e como ela se desenvolve em três níveis inter-relacionados: simbólico, microscópico e macroscópico. A partir de uma breve narração histórica do desenvolvimento da Química enquanto Ciência, chegamos a descrever seu método de trabalho e as próprias limitações deste método, o Método Científico.

Iniciando de fato o estudo da Química, aprendemos os conceitos de substância, átomo, molécula e elemento. A partir disto estudamos o desenvolvimento dos modelos atômicos e de suas subpartículas fundamentais: Próton, Nêutron e Elétron, como uma tentativa de buscar responder aquelas perguntas próprias da ciência, principalmente “Como é?”.

Neste desenvolvimento, aprendemos como representar os Elementos Químicos e como eles estão, maravilhosamente, ordenados. Esta ordem foi expressa através da Tabela Periódica dos Elementos Químicos. Uma vez entendida a ordem dos elementos, buscamos entender a ordem dentro do próprio átomo, e vimos que ali, naquele micro, havia um imenso macro, um novo mundo tão imenso quanto o Universo. Assim como o Universo, um mundo extremamente ordenado onde os elétrons estão, segundo os modelos mais atuais, extremamente organizados em camadas ou níveis de energia já determinadas.

Saindo um pouco deste micro-macro, buscamos entender as ligações entre os próprios átomos o que produz os compostos químicos através das ligações, que também são três: iônica, molecular e metálica (talvez seja mais uma marca deixada pela Santíssima Trindade para, ao olharmos tanto para o universo externo quanto para o interno, vermos como Deus Pai, Deus Filho e Deus Espírito Santo sustentam todas as coisas).

²³Hugo propõe seis passos sequenciais para o estudo: leitura, síntese, memorização, meditação, contemplação e ensino. Todos estes passos são fundamentais e devem ser exercitados em qualquer estudo que realizarmos.

Chegamos, enfim, a este volume, onde estudaremos um pouco mais da estrutura das moléculas, ou seja, como elas estão dispostas no espaço. Depois veremos como estas moléculas no estado físico gasoso se comportam e como as ligações intermoleculares influenciam e determinam as propriedades de líquidos e sólidos, ou seja, como as estruturas microscópicas influem, diretamente, nas propriedades macroscópicas, tanto físicas como nas propriedades químicas.

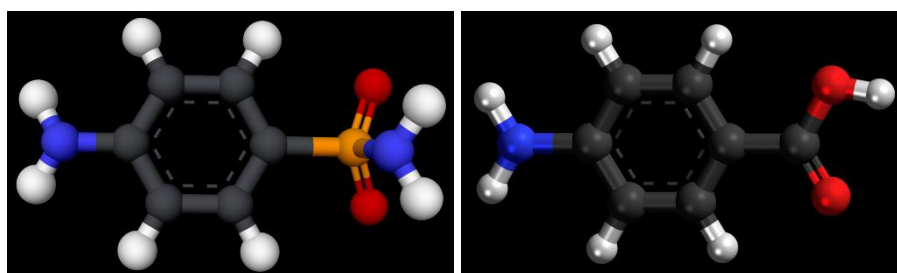
Capítulo 7 - Forma e Estrutura das Moléculas

As cores vivas das flores e a variedade de tonalidades das folhas no outono, sempre foram uma fonte de deleite para os olhos e um pequeno reflexo da beleza de Deus. Na tentativa de reproduzir esta beleza, o homem vem, ao longo dos séculos, buscando pigmentos que possam se assemelhar, o máximo possível, das cores que a natureza produz com tanta simplicidade. Foi somente no século XX que os químicos entenderam como as cores e, uma série de outras propriedades, dependem da presença de compostos orgânicos, cujas características estruturais são comuns. Eles descobriram que pequenas diferenças na estrutura das moléculas desses compostos podem aumentar a fotossíntese, produzir vitaminas importantes e atrair as abelhas que polinizam as flores. Hoje sabe-se que as formas das moléculas permitem entender, prever e alterar as propriedades dos compostos, e até mesmo dos processos bioquímicos que acontecem a todo instante em nosso corpo.

Assim como os átomos são descritos através de modelos que foram sendo aprimorados ao longo do tempo, a forma e a estrutura das moléculas também foram descritas através de modelos que tentam explicar, na medida do possível, a realidade (lembramos sempre que o método científico possui graves limitações, principalmente no que diz respeito à descoberta da realidade tal como ela é). Apresentaremos aqui apenas o modelo criado a partir da teoria da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência, mas, novamente, assim como os modelos atômicos, este não é o único e nem o mais atual, contudo é suficiente para começarmos a entender a geometria molecular.

Geometria Molecular

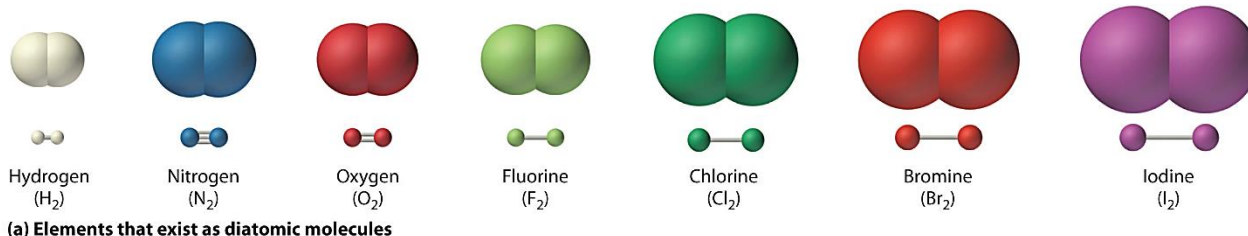
Como qualquer porção de matéria, as moléculas ocupam um lugar no espaço e apresentam uma forma tridimensional.



O antibiótico (imagem à esquerda) salvou muitas vidas durante a 2ª Guerra Mundial. Sua eficiência antibacteriana foi determinada quando se descobriu que sua molécula apresentava uma forma semelhante à do ácido-para-aminobenzoico (imagem à direita), um antibiótico natural. Estas duas imagens foram produzidas através de computador usando o modelo atômico esférico.

As moléculas são formadas por átomos unidos por ligações covalentes e apresentam, na sua constituição, de dois a milhares de átomos. A disposição espacial dos núcleos desses átomos, irá determinar diferentes formas geométricas para as moléculas.

Todas as moléculas formadas por dois átomos (diatômicas) têm dois núcleos que determinam uma única reta entre eles. Assim, a geometria dessas moléculas é linear.

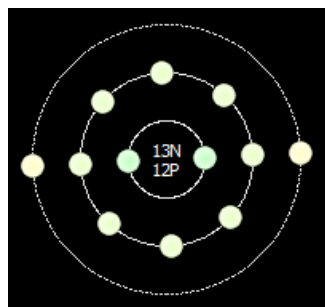


À medida que aumenta o número de átomos que formam uma molécula, aumenta o número de geometrias possíveis.

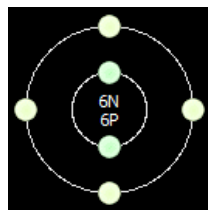
Uma das maneiras de prever a geometria de moléculas que apresentam mais de dois átomos, consiste na utilização da Teoria da Repulsão dos Pares Eletrônicos da camada de valência. Essa Teoria está baseada no princípio de que os pares eletrônicos ao redor de um átomo central, estejam ou não participando das ligações, comportam-se como nuvens eletrônicas que se repelem entre si, de forma a ficarem orientadas no espaço com a maior distância angular possível.

Nesse modelo, considera-se a repulsão entre grupos ou conjuntos de elétrons. Um grupo de elétrons é um conjunto de elétrons de valência, localizado em uma região ao redor de um átomo central, que repele outros grupos de elétrons de valência.

Elétron de valência: são os elétrons que pertencem à camada de valência, que é a camada mais externa do átomo. O átomo de magnésio ($^{24}_{12}\text{Mg}$), por exemplo, apresenta 2 elétrons em sua camada de valência (figura abaixo), estando, por isto, como já vimos anteriormente, localizado na família 2A da Tabela Periódica. Já o carbono ($^{12}_6\text{C}$) apresenta em sua camada de valência 4 elétrons.



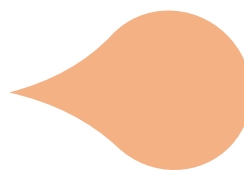
a) Imagem de um átomo de magnésio. Os dois elétrons de valência estão localizados na terceira camada atômica, segundo o Modelo de Bohr.



b) Imagem de um átomo de carbono. Os quatro elétrons de valência estão localizados na segunda camada, segundo o Modelo de Bohr.

Um grupo de elétrons é um conjunto que forma uma nuvem eletrônica, que pode corresponder a:

- Uma ligação covalente simples: —
- Uma ligação covalente dupla: =
- Uma ligação covalente tripla: ≡
- Um par de elétrons não ligantes: ••



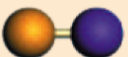

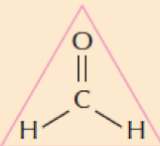
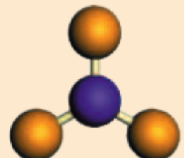
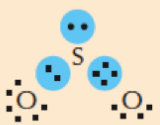
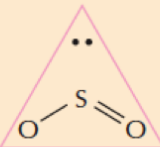
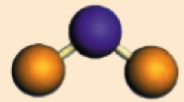
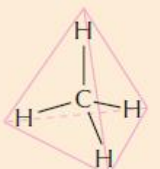
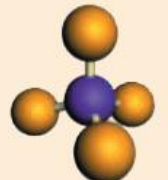
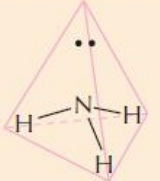
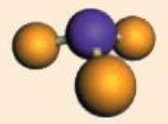
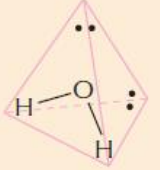
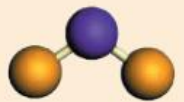
1 nuvem eletrônica

Cada nuvem eletrônica normalmente é representada com o formato ovalado desenhado ao lado.

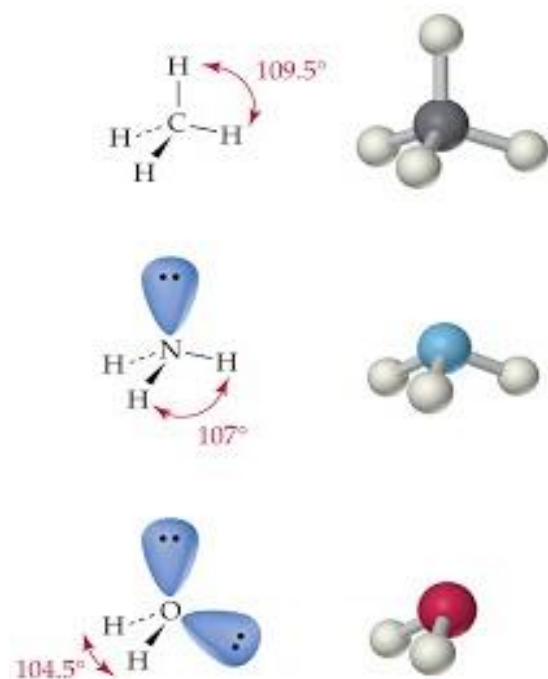
A orientação espacial dessas nuvens dependerá do número total de nuvens eletrônicas ao redor de um átomo central A.

A geometria das moléculas, porém, será determinada pela posição dos núcleos dos átomos ligados ao átomo central A. Considerando a orientação das nuvens e o número de átomos ligados ao átomo central, temos as possíveis geometrias moleculares, de acordo com a posição dos núcleos dos átomos.

No quadro a seguir, que apresenta um passo a passo para “desenhar” as moléculas e conseqüentemente apresenta também as geometrias moleculares mais comuns, podemos observar a relação da geometria das moléculas com o número de nuvens eletrônicas localizadas ao redor do átomo central e o número de átomos ligados a ele ligados.

1º passo Fórmula eletrônica	2º passo Distribuição dos “pares” de elétrons	3º passo Determinação da geometria molecular	Modelo molecular
$\text{H} \cdot \cdot \ddot{\text{Cl}} \cdot \cdot$	Toda molécula biatômica é linear	$\text{H}-\text{Cl}$ Linear	
$\cdot \ddot{\text{O}} \cdot \cdot \text{C} \cdot \cdot \ddot{\text{O}} \cdot \cdot$ 2 “pares”	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$ Segmento de reta	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$ Linear	
$\begin{array}{c} \cdot \text{O} \cdot \\ \cdot \cdot \\ \cdot \cdot \\ \text{H} \cdot \cdot \text{C} \cdot \cdot \text{H} \end{array}$ 3 “pares”	 Triângulo equilátero	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$ Trigonal plana	
 3 “pares”	 Triângulo equilátero	$\text{O}-\text{S}=\text{O}$ Angular	
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \cdot \cdot \\ \text{H} \cdot \cdot \text{C} \cdot \cdot \text{H} \\ \cdot \cdot \\ \text{H} \end{array}$ 4 “pares”	 Tetraedro	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ Tetraédrica	
$\begin{array}{c} \cdot \cdot \\ \text{H} \cdot \cdot \text{N} \cdot \cdot \text{H} \\ \cdot \cdot \\ \text{H} \end{array}$ 4 “pares”	 Tetraedro	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ Piramidal	
$\begin{array}{c} \cdot \cdot \\ \text{H} \cdot \cdot \text{O} \cdot \cdot \text{H} \\ \cdot \cdot \\ \cdot \cdot \end{array}$ 4 “pares”	 Tetraedro	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{O} \\ \\ \text{H} \end{array}$ Angular	

Na figura abaixo damos destaque para três moléculas que já foram representadas no quadro acima, mas que são muito boas para entendermos a teoria da repulsão dos pares eletrônicos:



Na primeira molécula, a de metano (CH_4) vemos que ao redor do átomo central de carbono (esfera preta) há 4 átomos de hidrogênio (esferas cinzas). Como o carbono tem 4 elétrons na camada de valência é capaz de fazer até 4 ligações covalente, neste caso, faz uma com cada átomo de hidrogênio. Como não há nenhum par de elétrons que não foi compartilhado na ligação covalente, a tendência, pela teoria da repulsão eletrônica, é que os átomos de hidrogênio fiquem o mais distante entre si. Essa repulsão gera uma estrutura tetraédrica com um ângulo de ligação de $109,5^\circ$ (maior ângulo que possibilita a maior distância entre os átomos eletricamente iguais, no caso, os átomos de hidrogênio).

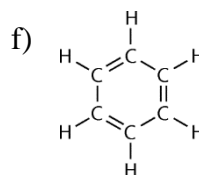
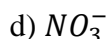
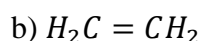
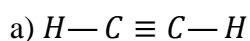
Na segunda molécula, a de amônia (NH_3) vemos que, como o nitrogênio realiza apenas 3 ligações covalente, fica “sobrando” um par de elétrons (2 elétrons). Estes dois elétrons vão repelir (empurrar para baixo) as ligações com os hidrogênios, de forma que a estrutura formada não seja tetraédrica, mas sim piramidal.

tetraédrica, mas sim piramidal.

E, na molécula de água (H_2O) que devido a sua importância será estudada particularmente mais adiante, acontece o mesmo que na molécula de NH_3 . O oxigênio possui 6 elétrons na camada de valência, mas, no caso da água, fez apenas 2 ligações com hidrogênio, de forma que “sobraram” 2 pares de elétrons, que repelem as ligações com os hidrogênios o máximo possível, formando um ângulo de ligação de $104,5^\circ$. Este ângulo é essencial para que a água apresente suas propriedades específicas, se não fosse assim toda a vida na terra teria que ser diferente, pois a água tem uma função vital em todo o planeta. Mas veremos isto mais profundamente em breve.

Atividades

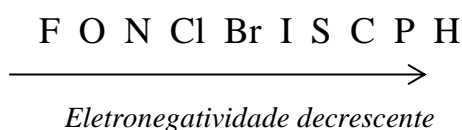
1 – Usando o passo a passo apresentado mais acima prediga a forma das seguintes moléculas:



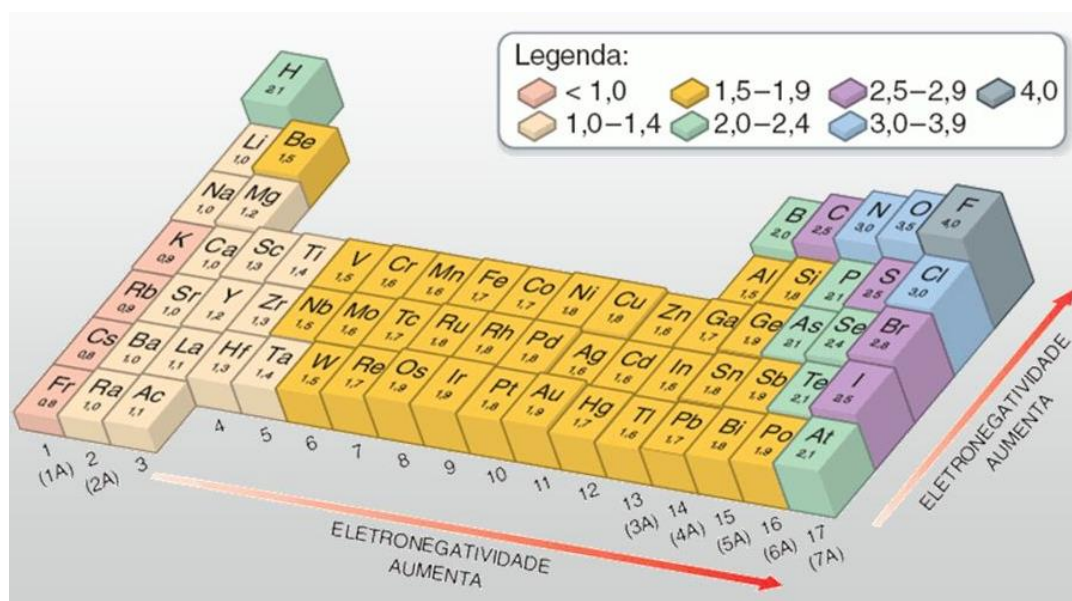
2 – A água oxigenada, conhecida na química como peróxido de hidrogênio, H_2O_2 , é um alvejante não tóxico utilizado em lavanderias industriais e domésticas em substituição ao cloro. Qual é a forma da molécula de peróxido de hidrogênio?

3 – Qual é a relação entre a posição do elemento químico (família e período) na tabela periódica e o número dos elétrons na camada de valência.

A partir desta imagem, podemos verificar que o elemento mais eletronegativo é o Flúor (F), localizado no canto superior direito da tabela (família VIIA, período 2), visto que, os gases nobres (família VIIIA) não realizam ligações químicas. E o menos eletronegativo é o Frâncio (Fr), localizado no canto inferior esquerdo (Família IA, período 7). A partir disto, e relacionando com os elementos que mais participam de reações químicas e, conseqüentemente, mais fazem ligações químicas, podemos dispor os elementos em ordem decrescente de eletronegatividade:



E também, a partir dos resultados experimentais, é possível construir diagramas com os valores de eletronegatividade de cada elemento químico da Tabela Periódica:



Estabelecido este conceito, podemos começar a estudar a polaridade das ligações químicas.

Ligação Covalente

A distribuição da nuvem eletrônica ao redor dos núcleos está relacionada com a força de atração exercida pelos núcleos dos átomos sobre os elétrons da ligação.

Nas ligações entre átomos de mesma eletronegatividade, os elétrons são igualmente atraídos pelos núcleos; não ocorre acúmulo de elétrons em uma região, ou seja, não há a formação de polos.

A seguir, uma ilustração de ligação apolar.

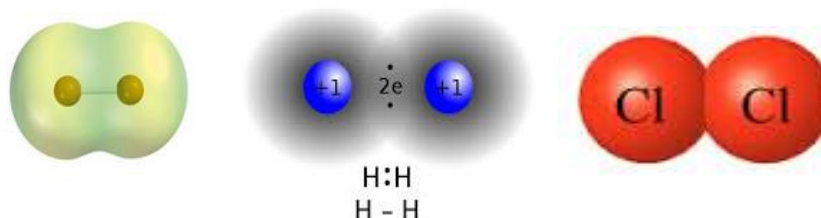
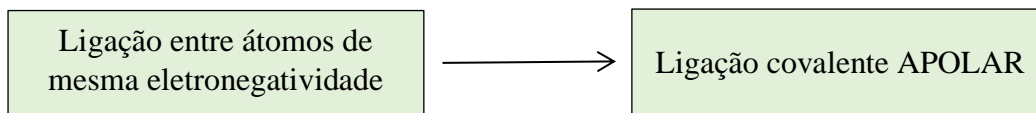


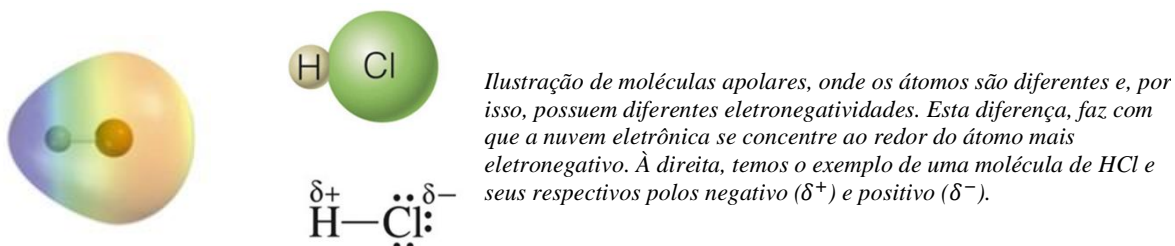
Ilustração de moléculas apolares, onde os átomos são iguais e, por isso, apresentam a mesma eletronegatividade. A primeira imagem é de uma molécula genérica, a central, de uma molécula de hidrogênio (H₂) e a última de gás cloro (Cl₂).

Deste exemplo, podemos concluir a seguinte relação:

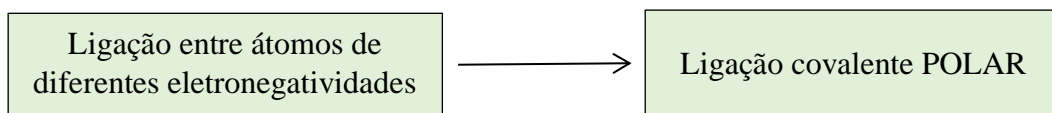


Em uma ligação entre átomos com diferentes eletronegatividades, a distribuição da nuvem eletrônica não é uniforme. A densidade eletrônica é sempre maior ao redor do átomo de maior eletronegatividade, pois o átomo com maior eletronegatividade tem a tendência de atrair elétrons para si.

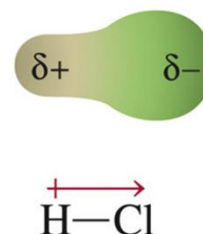
Um exemplo evidente de ligação polar é a molécula de HCl (ácido clorídrico). Nela a nuvem eletrônica está deslocada no sentido do átomo de cloro, pois ele é mais eletronegativo do que o átomo de hidrogênio:



Deste exemplo, podemos concluir a seguinte relação:

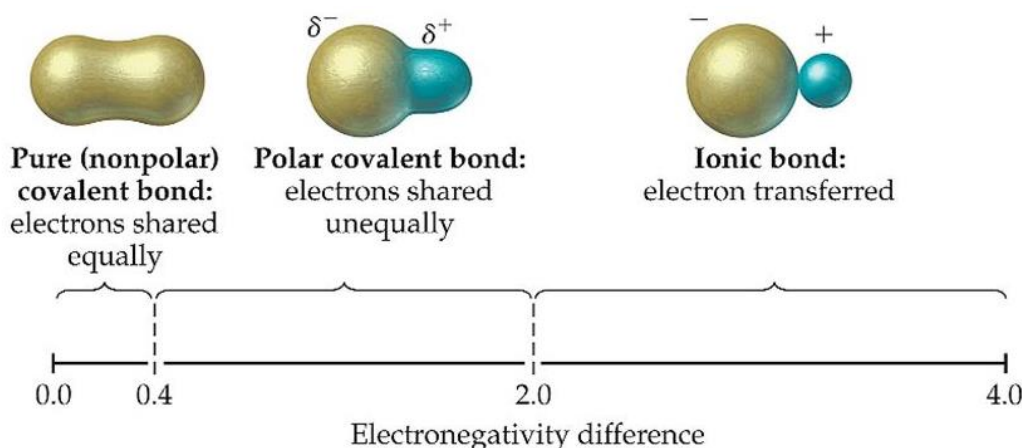


A maior densidade eletrônica ao redor do átomo mais eletronegativo caracteriza o **polo negativo**, representado por δ^- . Consequentemente, forma-se uma região com baixa densidade eletrônica, denominada **polo positivo**, representada por δ^+ .



Quanto maior for a diferença de eletronegatividade, maior será a polaridade da ligação.

A partir do que já foi exposto, podemos estabelecer a seguinte relação entre a diferença de eletronegatividade e o tipo de ligação química entre dois átomos:



Diferença de eletronegatividade e tipos de ligação.

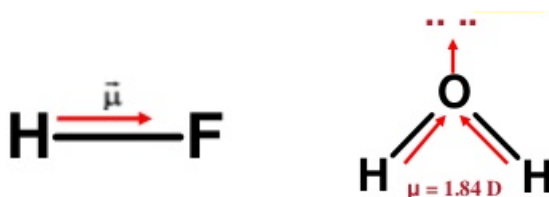
Copyright © 2009 Pearson Prentice Hall, Inc.

Nesta ilustração temos, embaixo, uma escala com os valores da diferença de eletronegatividade entre os dois átomos da ligação. Do valor de 0,0 a 0,4, temos uma ligação covalente entre dois átomos

iguais, onde a nuvem eletrônica fica igualmente distribuída ao redor dos núcleos dos átomos, ou seja, é uma ligação covalente apolar. Quando a diferença de eletronegatividade está no intervalo de 0,4 a 2,0, temos a formação de dois polos, um positivo (δ^+) e um negativo (δ^-), mas esta diferença ainda não é grande o suficiente para haver a transferência de elétrons, há apenas a concentração da nuvem eletrônica ao redor do átomo mais eletronegativo, formando uma ligação covalente polar.

Mas, se a diferença de eletronegatividade entre os átomos da ligação for maior que 2,0, então há energia suficiente para que o elemento menos eletronegativo perca um ou mais elétrons – formando um cátion – e o mais eletronegativo receba este(s) elétron(s) – formando um ânion. Ou seja, há formação de uma ligação iônica e não mais covalente. E, pela sua própria natureza, a ligação iônica já possui polos muito bem estabelecidos.

O caráter iônico, ou seja, a polarização da ligação, é representado por uma grandeza denominada **momento dipolar** ou **dipolo elétrico** ($\vec{\mu}$), representado por um vetor orientado no sentido do elemento menos eletronegativo para o mais eletronegativo. Convencionou-se que o vetor seja orientado do polo positivo para o polo negativo. Veja alguns exemplos:



À esquerda uma representação do dipolo presente em uma molécula de HF e à direita a representação de todos os dipolos elétricos presentes em uma molécula de água (H_2O).

Polaridade das Moléculas

As moléculas podem ser classificadas quanto à sua polaridade em dois grupos: **polares e apolares**.

Experimentalmente, uma molécula é considerada polar quando se orienta na presença de um campo elétrico externo, e apolar quando não se orienta. O polo negativo da molécula é atraído pela placa positiva do campo elétrico externo e vice-versa, como mostrado na figura ao lado.

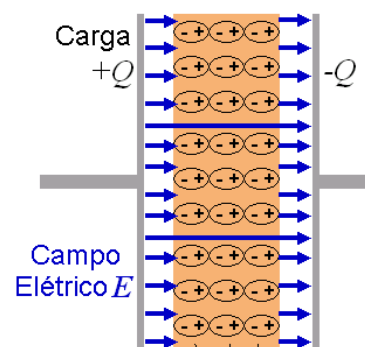
Teoricamente, pode-se determinar a polaridade de uma molécula pelo vetor momento dipolar resultante ($\vec{\mu}_r$), isto é, pela soma dos vetores de cada ligação polar da molécula.

Quando a resultante desses dipolos elétricos é diferente de zero ($\vec{\mu} \neq 0$) a molécula é polar. Quando a resultante dos dipolos elétricos é igual a zero ($\vec{\mu} = 0$), a molécula é apolar.

Para determinar o vetor $\vec{\mu}$, devem-se considerar dois fatores:

- a) a escala de eletronegatividade, que permite determinar a orientação dos vetores de cada ligação polar.
- b) a geometria da molécula, que nos permite determinar a disposição espacial dos vetores.

Vejamos alguns exemplos:



Representação de moléculas orientadas por um campo elétrico externo.

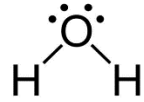
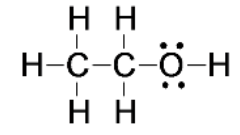
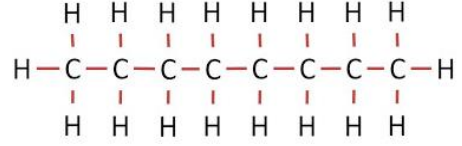
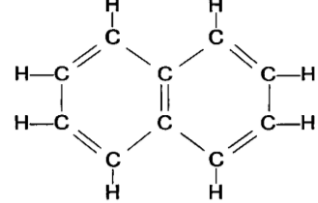
Exemplo	Geometria	Momento dipolar resultante	Molécula
H ₂ (gás hidrogênio)	H—H Linear	H—H	$\vec{\mu}_R = \vec{0}$ Apolar
HF (gás fluorídrico)	H—F Linear	H → F →	$\vec{\mu}_R \neq \vec{0}$ Polar
CO ₂ (gás carbônico)	O=C=O Linear	O←C→O	$\vec{\mu}_R = \vec{0}$ Vetores se cancelam Apolar
HCN (gás cianídrico)	H—C≡N Linear	H→C→N	$\vec{\mu}_R \neq \vec{0}$ Vetores não se cancelam Polar
H ₂ O (água)	 Angular		$\vec{\mu}_R \neq \vec{0}$ Vetores não se cancelam Polar
NH ₃ (amônia)	 Piramidal		$\vec{\mu}_R \neq \vec{0}$ Vetores não se cancelam Polar
CH ₄ (tetracloreto de carbono)	 Tetraédrica		$\vec{\mu}_R = \vec{0}$ Vetores se cancelam Apolar
CH ₄ (metano)	 Tetraédrica		$\vec{\mu}_R = \vec{0}$ Vetores se cancelam Apolar

O conhecimento da polaridade das moléculas será usado para determinarmos quais são as interações existentes entre as moléculas, as chamadas, ligações intermoleculares. As características destas ligações intermoleculares irão determinar as propriedades dos compostos, seu estado físico à temperatura ambiente, por exemplo. Uma vez conhecendo a causa das propriedades dos compostos químicos, veremos se é possível e como alterá-las.

Contudo antes de prosseguirmos para o estudo das ligações intermoleculares, iremos, no próximo capítulo, nos deter um pouco no estudo dos gases, pois é o estado mais simples da matéria, ou seja, o estado físico em que há a menor interação entre as moléculas que constituem os compostos.

Atividades

5 – A geometria molecular determinará muitas das propriedades físicas e químicas das moléculas. Uma destas propriedades é a solubilidade. De modo geral, pode-se dizer, que “semelhante dissolve semelhante”, ou seja, compostos polares dissolvem e são dissolvidos por compostos polares e compostos apolares por apolares. Dito isto e analisando a fórmula química da água, do etanol, da gasolina e do querosene, mostradas logo abaixo, construa uma tabela relacionando quem se mistura com quem indicando assim a polaridade de cada molécula.

Água	
Etanol (álcool etílico)	
Gasolina (octano)	
Querosene (naftaleno)	

6 – Qual é a importância do conceito de eletronegatividade para entendermos a forma e estrutura das moléculas através da polaridade?

Capítulo 8 - Propriedades dos Gases

Características gerais dos gases - Teoria cinética dos gases

A maioria dos gases são compostos moleculares. As principais características físicas dos gases são a grande **compressibilidade** e a extraordinária **capacidade de expansão**, ou seja, não apresentam um volume fixo, pois sempre ocupam o volume total do recipiente. São **miscíveis** entre si em qualquer proporção.

Segundo a Teoria Cinética dos Gases²⁵, as partículas constituintes de um gás encontram-se muito afastadas umas das outras; praticamente, não ocorre interação entre elas, que possuem, assim, um alto grau de liberdade. Como consequência, as partículas se movimentam de maneira contínua e desordenada em todas as direções e sentidos, chocando-se constante e uniformemente contra as paredes internas do recipiente em que o gás está contido. A força de interação entre suas moléculas é desprezível, assim como o volume ocupado por elas.

Chamamos **gás ideal** ou **gás perfeito** qualquer gás que apresente as características descritas acima. Contudo, isso normalmente não ocorre com a maioria dos gases, devido ao fato de ocorrerem interações entre suas moléculas. Estes são

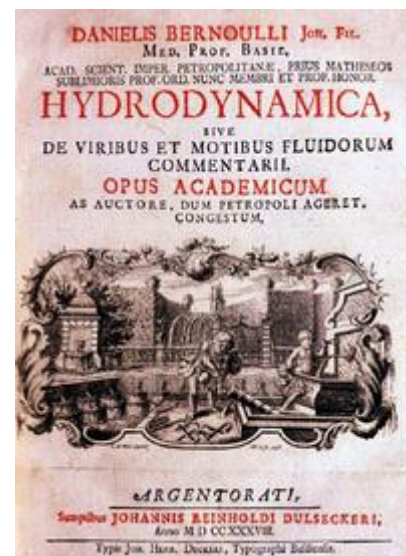
denominados **gases reais**. Infelizmente, esta diferença entre o modelo teórico e a realidade das coisas, como já vimos, é a maior limitação do método científico moderno.

Quando uma partícula se choca contra as paredes internas do recipiente, ela exerce certa força por unidade de área. A essa relação denominamos **pressão**, que é diretamente proporcional ao número de choques por unidade de área.

A pressão exercida por um gás contido em um frasco fechado é proporcional ao número de choques de suas moléculas contra as paredes do recipiente. Ao aquecermos o gás, contido no frasco, suas moléculas irão se movimentar com maior velocidade, isto é, ocorrerá um aumento de sua energia cinética (E_{cin}) média. Dessa forma, a

energia cinética média das moléculas do gás é diretamente proporcional à temperatura absoluta, cuja unidade é dada em Kelvin (K).

$$E_{cin} = k \cdot T, \text{ em que } k \text{ é uma constante e } T \text{ é a temperatura na escala absoluta.}$$



Daniel Bernoulli, publicou o livro *Hydrodynamica*, que lançou a base para a Teoria Cinética dos Gases.

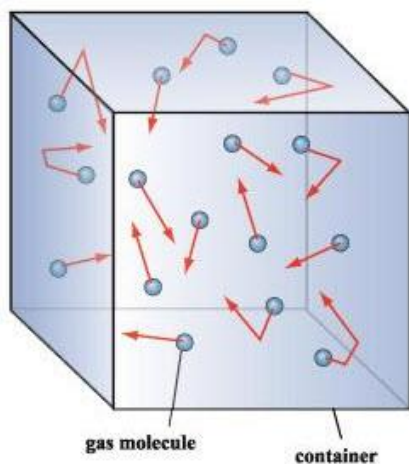
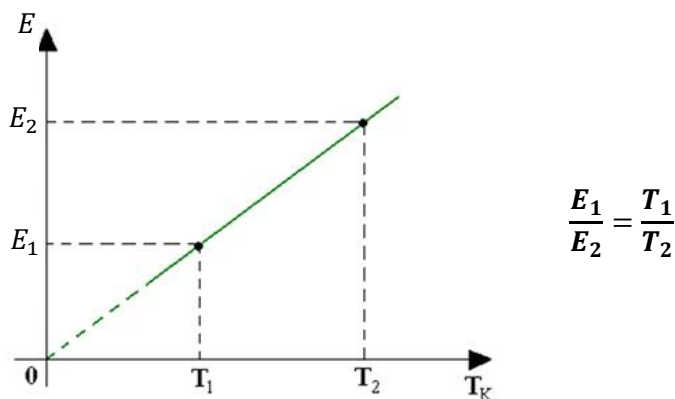


Imagem ilustrativa de um gás ideal segundo a Teoria Cinética dos Gases. Podemos imaginar as moléculas de gás como partículas que se chocam, aleatoriamente, dentro do recipiente.

²⁵ As bases desta Teoria, foram desenvolvidas pelo físico e matemático Daniel Bernoulli em seu livro intitulado *Hydrodynamica*, de 1738. É interessante notarmos que esta Teoria foi desenvolvida na tentativa de compreender melhor o funcionamento das máquinas à vapor que estavam sendo inventadas. Desta forma, esta Teoria foi desenvolvida, principalmente, através do empirismo e não de uma busca científica tal como deveria ser realizada, afinal, o homem moderno, pós revolução industrial, tem pressa. A partir desta Teoria, foi necessário criar outras teorias, como, por exemplo, a Teoria do Modelo Atômico de Dalton, em 1808.

Graficamente, temos:



Experimentalmente, para os gases, verifica-se que há uma relação entre três grandezas: pressão (P), volume (V) e temperatura (T). Estas grandezas são chamadas de **variáveis de estado dos gases**.

Variáveis de estado dos gases

Pressão

Ao encher um pneu de bicicleta ou ao apertar um balão cheio de ar, experimenta-se uma reação oposta vindo do ar confinado. Convencionou-se que a **pressão**, P, de um gás, é essa “força” exercida pelo gás, dividida pela área, A, sobre a qual a força se aplica:

$$P = \frac{F}{A}, \text{ a unidade SI (sistema internacional) de pressão é o } \mathbf{pascal}, \text{ Pa: } 1\text{Pa} = 1\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$

Na prática, 1 Pa é equivalente a colocarmos 1 kg sobre uma superfície de 1 m². O estudante atento pode perguntar: “Mas se é só isto, de onde veio estas unidades kg, m e s?”. Para responder a isto basta fazermos uma análise dimensional:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{m \cdot a}{A}, \text{ transcrevendo as unidades } \rightarrow \frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}}{\text{m}^2} = \frac{\cancel{\text{kg}} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}}{\cancel{\text{m}}^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{s}^{-2}}{\text{m}^1} = \text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$

Um pascal é uma unidade pequena de pressão, de fato, 1 kg em uma área de 1 m², não parece exercer nenhum efeito considerável. A atmosfera, por exemplo, exerce cerca de 100.000 Pa (100kPa) de pressão ao nível do mar. Em termos do modelo dos gases que estamos desenvolvendo, a pressão que um gás exerce sobre as paredes do recipiente que o contém, é o resultado das colisões das moléculas sobre a superfície. Quanto mais forte for a “tempestade” das moléculas sobre a superfície, maior será a força e, conseqüentemente, a pressão. Qualquer objeto na superfície da Terra é afetado por uma tempestade invisível de moléculas que o atinge continuamente e exerce uma força sobre ele.

A pressão exercida pela atmosfera pode ser medida de várias maneiras, mais comumente com manômetros. Quando usamos um manômetro para medir a pressão do ar em pneu, estamos, na verdade, medindo a “pressão do manômetro”, a diferença entre a pressão dentro do pneu e a pressão atmosférica. Um pneu vazio tem pressão zero, porque a pressão dentro dele é igual à pressão atmosférica. Um manômetro ligado a um equipamento científico, entretanto, mede a pressão verdadeira no aparelho.

A pressão atmosférica pode ser medida por um barômetro, um instrumento inventado no século XVII por Evangelista Torricelli. Este cientista (cujo nome significa “torre pequena”, em italiano) fabricou uma torre pequena de mercúrio líquido, que é muito denso. Ele selou um tubo longo de vidro em um dos lados, encheu-o com mercúrio e o inverteu em um bécher. A coluna de mercúrio caiu até que a pressão que ela exercia sobre a base se igualasse à pressão exercida pela atmosfera. Para interpretar as medidas feitas com um barômetro, é preciso saber como a altura da coluna depende da pressão atmosférica.



Gravura de Torricelli com seu experimento para medir a pressão atmosférica.

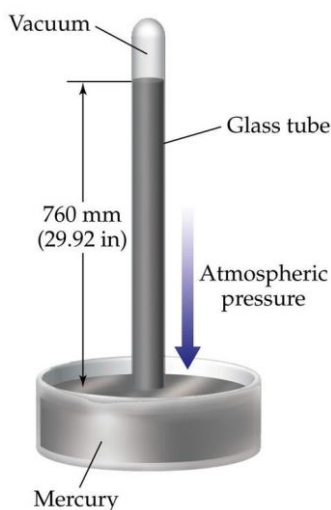


Ilustração do barômetro de Torricelli. A pressão atmosférica é equilibrada pela pressão exercida pela coluna de mercúrio que cai até a altura apropriada, deixando um vácuo acima dela. A altura da coluna é proporcional à pressão atmosférica.

Mas, então, qual é a relação entre a altura da coluna de líquido e a pressão atmosférica?

Desejamos encontrar a relação entre a altura, h , da coluna de mercúrio e a pressão atmosférica, P . Suponhamos que a área da seção transversal da coluna é A . O volume de mercúrio da coluna é a altura do cilindro multiplicada pela área da seção transversal, $V = h.A$. A massa, m , desse volume de mercúrio, é o produto da densidade, d , pelo volume, ou $m = d.V = d.h.A$. Essa massa de mercúrio é empurrada pela força da gravidade e a força total que esta última exerce sobre sua base, é o produto da massa pela aceleração da queda livre (a aceleração devido à gravidade), g , ou $F = m.g$. Então, a pressão na base da coluna, a força dividida pela área, é:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{m.g}{A} = \frac{d.h.A.g}{A} = d.h.g$$

Essa equação mostra que a pressão, P , exercida pela coluna de mercúrio, é proporcional à altura da coluna. O mercúrio colocado em um tubo selado em

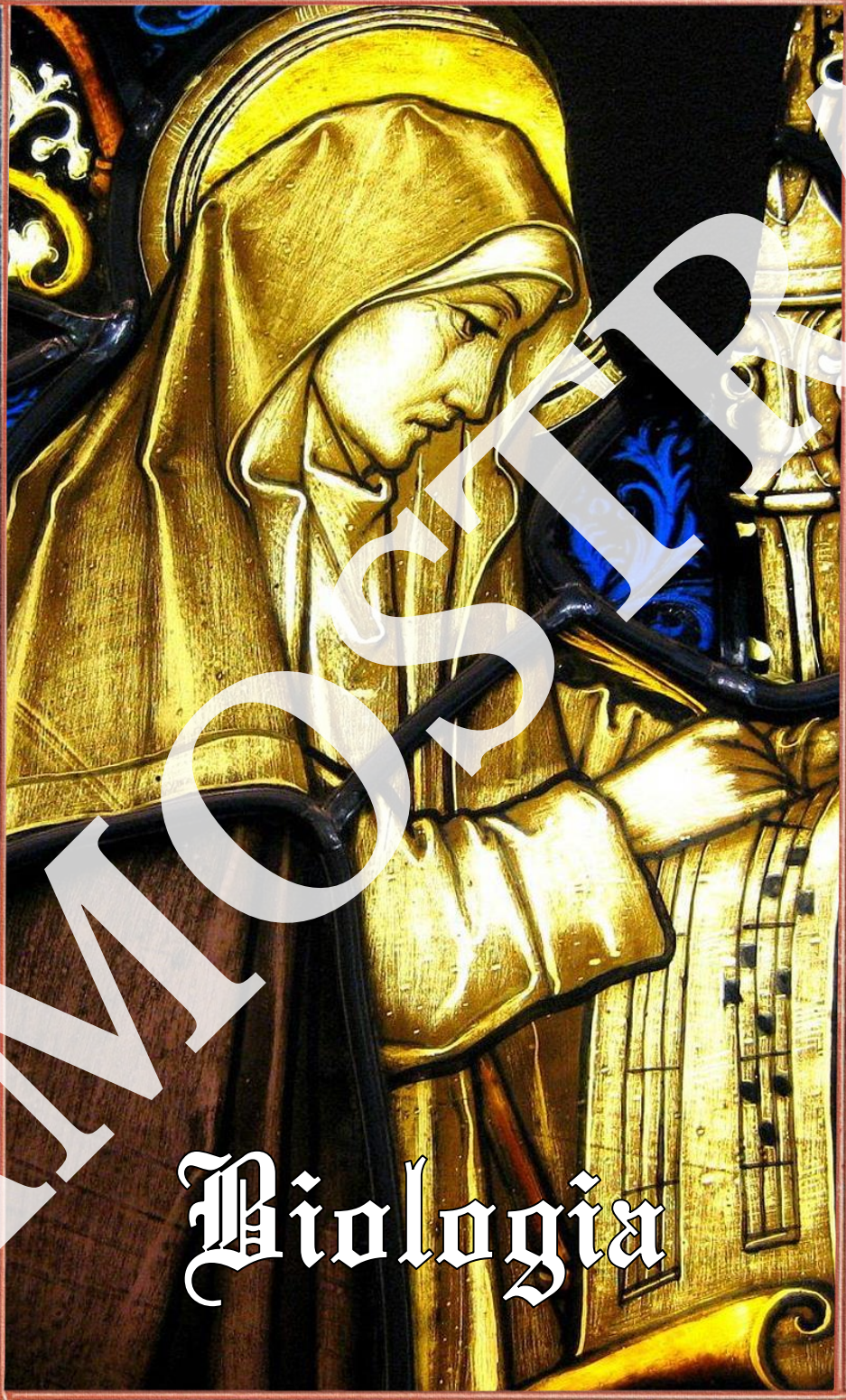
uma das extremidades e invertido em uma piscina de mercúrio, cairá até que a pressão exercida equilibre a pressão atmosférica. A altura da coluna, portanto, pode ser usada como uma medida de pressão atmosférica. A pressão é obtida em pascals quando a densidade, a altura da coluna e o valor de g são expressos em unidades SI.

Atividades

7 – A ciência moderna, nisto inclui-se a química, sempre usa de modelos para explicar a realidade material das coisas. Segundo o modelo estudado para os gases, o que seria um gás perfeito ou ideal?

8 – Suponhamos que a altura da coluna de mercúrio em um barômetro de mercúrio é 760 mmHg a 20°. Qual é a pressão atmosférica em pascals? Dados: densidade Hg à 20°C = 13,595 g.cm⁻³ e $g=9.8 \text{ m.s}^{-2}$.

9 – Qual é a pressão atmosférica em quilopascals se a altura da coluna de mercúrio que está a 20°C em um barômetro é 756mm?



Biologia

Capítulo 17

A atmosfera e a vida na Terra

Atmosfera

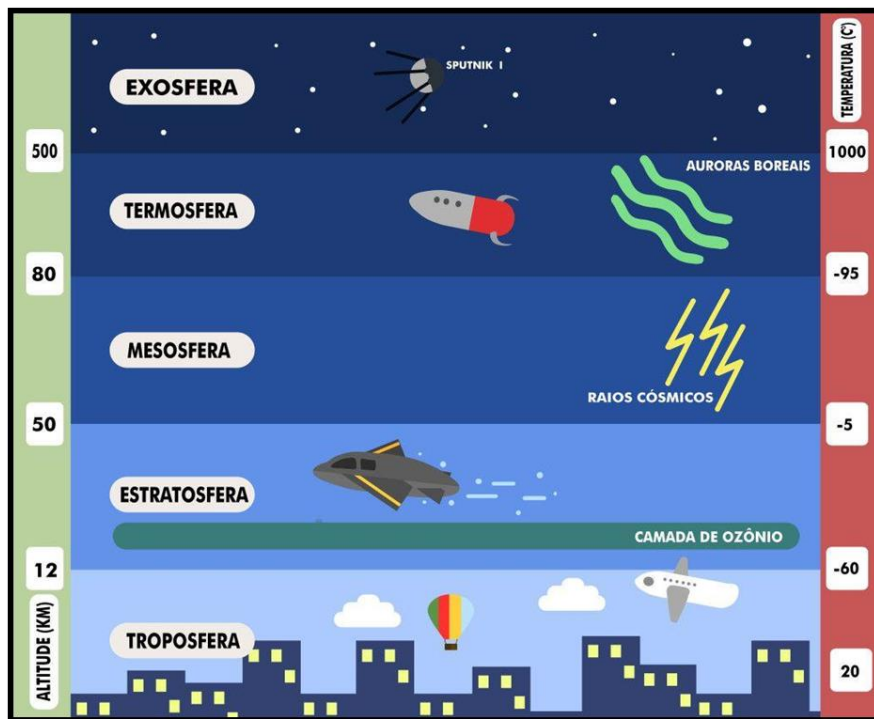
Nosso planeta apresenta uma camada de ar que o envolve, denominada atmosfera. Essa camada é importantíssima para a vida na Terra, pois além de manter o ar concentrado ela atua na regulação da temperatura, mantendo-a adequada para a vida. A atmosfera também nos protege da radiação solar, filtrando de certo modo os raios do Sol.

A atmosfera apresenta cerca de 10.000 km de altitude, mas o ar não está igualmente disposto ao longo dela. Quanto maior a altitude, mais rarefeito é o ar, isto é, menor a sua concentração e pressão. É também na atmosfera que se encontra a biosfera (região em que estão os seres vivos e que já estudamos anteriormente).

A atmosfera é composta por diferentes camadas, com diferentes altitudes, conforme ilustrado na imagem a seguir.



Esquema da localização da atmosfera. (Esta não é uma imagem real, mas apenas uma representação, uma vez que por foto não é possível visualizar a atmosfera.)



Conheçamos um pouco cada camada que forma a atmosfera:

Troposfera: é a camada mais baixa e mais importante da atmosfera. Começa no solo e vai até cerca de 12 km de altura (sendo um pouco maior nos trópicos e um pouco menor nos polos). Nesta camada está a maior parte do ar (cerca de 80%), as nuvens, os ventos, as chuvas, a neve, os raios, etc. É esta camada a que influencia no clima do planeta e de onde retiramos oxigênio. Somente nesta região os seres vivos conseguem respirar. Na troposfera a temperatura diminui conforme a altitude aumenta.

Estratosfera: fica logo acima da troposfera. Vai de cerca de 12 até 50 km de altura. Apresenta grande quantidade de nitrogênio e um pouco de oxigênio. Os aviões a jato circulam na estratosfera, pois, como os fenômenos meteorológicos ocorrem abaixo dela, nela a estabilidade é maior. É na estratosfera que se localiza a camada de ozônio, que protege a Terra dos raios ultravioletas emitidos pelo Sol. A camada de ozônio fica principalmente entre 15 e 35 km de altitude. A temperatura na estratosfera permanece constante nas altitudes mais baixas, e depois, devido à camada de ozônio, a temperatura aumenta.

Mesosfera: camada que vai dos 50 km de altitude até cerca de 80 km. Recebe este nome porque se localiza no meio da atmosfera. É a região mais fria da atmosfera, pois a temperatura passa a diminuir acentuadamente com a altitude, chegando a 90°C negativos em seu topo. É nesta camada que os meteoros, quando adentram a atmosfera vindos do espaço, começam a pegar “fogo”, formando as “estrelas cadentes” que vemos.

Termosfera: camada que vai dos 80 km até cerca de 500 km de altitude. É nesta camada que se encontram os satélites para a transmissão das ondas de TV e rádio. Nesta região ocorrem também as auroras boreais. Na termosfera a temperatura aumenta com a altitude, atingindo até 1.500°C.

Exosfera: última camada da atmosfera, começando a cerca de 500 km e sem limite final. Sabemos que ele pode passar dos 600 km, mas não sabemos até onde vai. É formada predominantemente por hidrogênio e hélio.

Gases da atmosfera

Como vimos, o ar é uma mistura de gases, contendo principalmente nitrogênio (78%), oxigênio (21%) e outros gases (1%). Estudaremos agora um pouco mais sobre cada um dos gases que formam a atmosfera e compõe o ar.

Nitrogênio: é o gás em maior quantidade no ar (78%). Nós não conseguimos utilizá-lo como gás. Os únicos seres vivos que conseguem retirar nitrogênio do ar são as bactérias nitrificadoras. Elas vivem associadas a plantas e pegam o N₂ gasoso (do ar) e o colocam nas plantas leguminosas. Nós, para conseguirmos nitrogênio (que é importante para formar o núcleo de nossas células), devemos comer essas plantas, como o feijão, a ervilha, a lentilha, entre outras, que são ricas em nitrogênio.

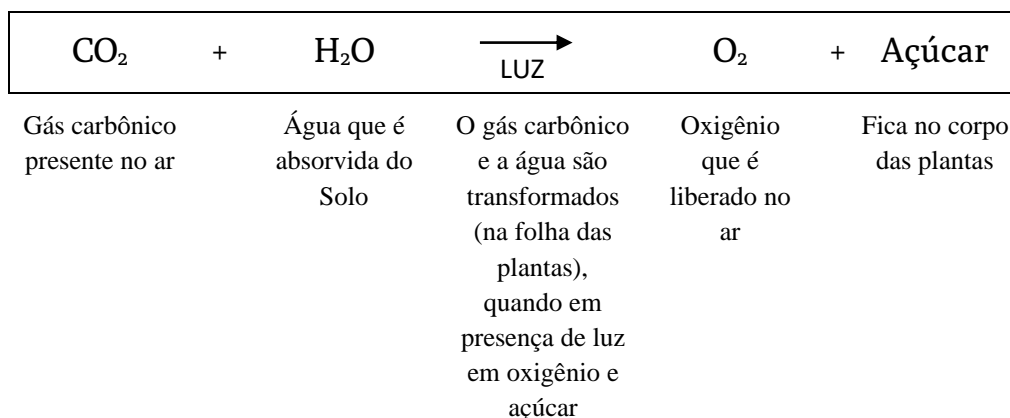
Oxigênio: é o segundo gás em maior quantidade no ar (21%). Ele é essencial para a respiração dos seres vivos, pois com ele produzimos energia para sobreviver. A reação realizada em nosso corpo para produzir energia a partir do oxigênio e do alimento é denominada respiração celular, e ocorre no interior das células que formam nosso corpo.

Na respiração celular o oxigênio se combina com o açúcar e se transforma em gás carbônico, água e energia. O gás carbônico é eliminado do corpo na respiração, e a água e a energia são utilizadas para as atividades que o corpo realiza. Conforme o esquema a seguir:

O ₂	+	Açúcar	→	CO ₂	+	H ₂ O	+	Energia
Oxigênio proveniente do ar		Açúcar proveniente da alimentação	No interior das células transforma-se em	Gás carbônico que é eliminado pela respiração		Água que é utilizada pelas células		Energia que é utilizada pelo corpo

Essa reação ocorre no interior das células que formam nosso corpo.

O gás oxigênio é produzido e liberado na atmosfera pelas plantas, no processo de fotossíntese. As principais plantas produtoras de oxigênio são as algas. Veja a seguir a reação da fotossíntese:



Na fotossíntese o gás carbônico captado do ar pela planta e a água retirada do solo, na presença de luz são transformados em oxigênio, que será liberado no ar, e em açúcar).

Gás carbônico: representa apenas cerca de 0,03% do ar. É o gás que os seres vivos liberam no processo da respiração. Este gás também é liberado pela fumaça que sai dos carros e das fábricas. As plantas retiram o gás carbônico do ar na fotossíntese.

Outros gases: na atmosfera também podemos encontrar outros gases em menor quantidade. Alguns exemplos:

a) Gases nobres: são gases que não se misturam com outras substâncias – hélio, neônio, argônio, criptônio, xenônio e radônio.

b) Vapor de água: é a água no estado gasoso, que vai parar no ar devido à evaporação e à respiração dos seres vivos. Quanto maior a umidade relativa do ar (quantidade de vapor de água presente na atmosfera), maior a chance de chover. Após a chuva a umidade do ar diminui, pois a água em estado gasoso condensou-se (transformou-se em líquida) e precipitou-se.

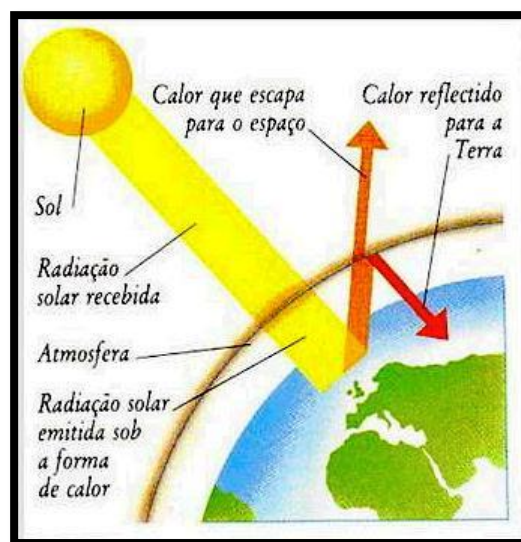
Efeito estufa

O efeito estufa é um efeito realizado pela atmosfera e muito importante para a vida na terra. Este processo ajuda a manter a temperatura da Terra adequada para a vida.

Como o efeito estufa ocorre?

Quando os raios solares atingem a terra, parte deles penetra na atmosfera e parte é refletida.

A parte que entra na atmosfera é absorvida pelos oceanos, pelos rios e pelos lagos e também pela superfície terrestre, aquecendo o planeta e mantendo a temperatura adequada para a vida. Dessa parte dos raios solares que penetraram na atmosfera, uma parte é ainda irradiada de volta em direção ao espaço, mas graças aos gases presentes na atmosfera a irradiação (ou calor) é mantida no planeta.



Esquema do efeito estufa.

É interessante entender que os raios solares conseguem passar devido à alta temperatura com que vêm, enquanto os raios irradiados não conseguem sair porque a temperatura é menor e o comprimento de onda dos raios é diferente.

Sem o efeito estufa formado pelos gases da atmosfera, não seria possível a vida na Terra, pois ela não teria uma temperatura adequada para os seres vivos (seria muito frio, cerca de -18°C), como acontece em outros planetas.

O efeito estufa recebe esse nome porque o processo que ocorre na Terra é o mesmo que ocorre nas estufas de plantação.

Muitos estudos culpabilizam o aumento do efeito estufa como a causa do Aquecimento Global. Segundo os defensores desta ideia, a ação humana tem aumentado os gases que provocam o efeito estufa, gerando um aquecimento global que seria o responsável pelas catástrofes climáticas. Esta ideia carece de boa fundamentação, pois, mesmo que algumas atividades humanas aumentem a emissão dos gases do efeito estufa, diversos estudos indicam que são normais ciclos de aquecimento e resfriamento da Terra ao longo dos anos (pensemos, por exemplo, nas eras glaciais), e isso independe da atividade humana. Depende de fatores geológicos.

Estações meteorológicas

Ao estudarmos a atmosfera, vimos o quanto esta camada de ar é importante para a vida, e como está relacionada ao equilíbrio climático.

A partir das condições climáticas presentes na atmosfera, com o decorrer do tempo o ser humano aprendeu a “prever” as principais condições do tempo. Esse aprendizado foi muito importante, pois contribuiu para o desenvolvimento da agricultura, e das sociedades humanas, permitindo que o ser humano vivesse de forma segura e responsável.

Antigamente as pessoas previam o tempo analisando a época do ano e também as características das nuvens, do Sol, da Lua, do mar, entre outras. Esse conhecimento foi sendo acumulado, de forma que hoje existem as **estações meteorológicas**. Nesses locais há grande variedade de instrumentos, que analisam as mais diversas características da atmosfera, permitindo a previsão do tempo para aquela localidade. A maioria das regiões apresenta estações meteorológicas, de forma que hoje se pode-se realizar a previsão do tempo de, praticamente, todo o mundo.

As estações meteorológicas atuais são, em sua maioria, automáticas, e coletam dados da atmosfera a cada minuto. Os dados coletados, normalmente, são: temperatura; umidade do ar; pressão atmosférica; precipitação; direção e velocidade dos ventos; radiação solar; entre outros. A cada hora, os dados coletados são transmitidos via satélite para a sede de estudo. No Brasil, o órgão responsável por esse processo é o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Os dados vão sendo conferidos e armazenados, sendo também disponibilizados em tempo real e gratuitamente²⁷,



Foto de uma estação meteorológica automática: os aparelhos de medição ficam demarcados, e os dados são enviados via satélite para a base de operação.

²⁷ Estes dados podem ser encontrados no site do INMET: www.insmet.gov.br/sonabra/map/pg_automaticas.php.

permitindo a elaboração da previsão do tempo e de produtos meteorológicos diversos, conforme a necessidade de cada local.

Os aparelhos de medição presentes normalmente em uma estação meteorológica são:

- **Anemógrafos ou anemômetros:** registram a direção e a velocidade do vento.
- **Barógrafo ou microbarógrafo:** registra a pressão atmosférica. O segundo é mais preciso, registrando variações menores.
- **Evaporímetro:** mede a evaporação.
- **Heliógrafo:** registra a insolação ou a duração do brilho solar.
- **Higrógrafo e psicrômetro:** registra a umidade do ar.
- **Piranógrafo ou piranômetro:** registra as variações da intensidade da radiação solar global.
- **Pluviógrafo e pluviômetro:** registram a quantidade de precipitação pluvial (chuva).
- **Termógrafo:** registra a temperatura do ar em graus Celsius.
- **Termo-higrógrafo:** registra simultaneamente a temperatura e a umidade relativa do ar.
- **Termômetros:** medem a temperatura do local.

A previsão do tempo é importante porque nos ajuda a saber as melhores épocas para o plantio e a colheita, de forma que o agricultor consiga produzir os alimentos ao longo de todo ano, plantando os alimentos mais adequados para cada época. A previsão também permite o planejamento de viagens, o uso de roupas adequadas, e uma melhor preparação para o decorrer do dia (saber se levamos o guarda-chuva ao sair ou não, por exemplo).

Mais importante do que prever o tempo....

Apesar de todos esses benefícios da previsão do tempo, mais importante do que saber as condições físicas e climatológicas do nosso dia para estarmos bem preparados fisicamente para vivê-lo, é reconhecer como está o nosso adiantamento espiritual; analisarmos, dia a dia, a previsão do nosso julgamento particular: se morrêssemos hoje, iríamos para o Céu, para o Purgatório ou para o Inferno? Nossa preocupação com a vida espiritual deve ser maior do que com a vida material... Quem faz este alerta é Nosso Senhor Jesus Cristo no Evangelho:

“⁵⁴[Jesus] dizia ainda ao povo: ‘Quando vedes levantar-se uma nuvem no poente, logo dizeis: Aí vem chuva. E assim sucede. ⁵⁵Quando vedes soprar o vento do Sul, dizeis: Haverá calor. E assim acontece. ⁵⁶Hipócritas! Sabeis distinguir os aspectos do céu e da terra; como, pois, não sabeis reconhecer o tempo presente?’” (Lucas 12, 54-56).

Se temos estações meteorológicas tão desenvolvidas que nos indicam a previsão do tempo, quanto mais não devemos nos preocupar como nossa vida espiritual é cuidada. Quem pode cuidar de nossa vida espiritual é a Igreja Católica, pois é nela que podemos receber os Sacramentos e deixar nossa alma sempre limpa e agradável a Deus. Que nossa preocupação com a vida espiritual possa ser mais constante do que a com a vida deste mundo.

Atividades

1. Após ter feito a primeira leitura do texto silenciosamente, faça agora uma segunda leitura, em voz alta.
2. Faça em seu caderno um resumo do texto acima. Este resumo deve conter as seguintes explicações:
 - a) Qual é a importância do ar para a vida no planeta?
 - b) Quais são as propriedades do ar? Dê exemplos.
 - c) O que é a atmosfera? Qual é a sua importância?
 - d) Como a atmosfera se divide? Explique-o brevemente.
 - e) Quais são os gases que compõem a atmosfera?
 - f) Por que os seres vivos precisam de oxigênio? De onde esse gás vem?
 - g) Cite dois processos que lançam gás carbônico no ar e como ele pode ser retirado deste.
 - h) Como os animais obtêm nitrogênio se não conseguem retirá-lo do ar?
 - i) Quais são os gases que estão presentes no ar em pouca quantidade?
 - j) O que é o efeito estufa e qual é a sua importância?
 - k) O que é umidade relativa do ar? Como a água vai para a atmosfera?
 - l) Qual é a função das estações meteorológicas?
3. Um animal mantido dentro de um recipiente fechado morre logo, mesmo que ele tenha comida suficiente. Por quê?
4. Entre no *site* do INMET, indicado no conteúdo, e descubra qual é a estação meteorológica mais perto de sua casa. Nesta estação meteorológica pesquise:
 - a) As informações registradas no dia da consulta (temperatura, umidade do ar, velocidade do vento, pressão atmosférica, etc.).
 - b) As informações registradas em algum dia especial a sua escolha (Natal, Páscoa, Dia da Anunciação, ou outro).

Capítulo 18

O Ente

Revisão

Nos primeiros volumes de nossa disciplina, compreendemos o objeto de estudo da ciência natural e seu método. Analisamos também a relação entre a fé e a ciência. Entendemos também o que é a criação e a pessoa humana. Vimos que Deus criou todas as coisas do nada, materiais e espirituais. E que no sexto dia criou o homem e a mulher à sua imagem e semelhança.

A partir de agora, faremos o estudo dos entes materiais, que são o objeto de estudo das ciências naturais. Veremos neste capítulo o que é o ente e também a hierarquia que há entre os entes.

O que é o SER?

O estudo do ser é muito importante, pois tudo o que existe possui o ser. Cada criatura material existente é denominada ente, pois possui o ser, isto é, existe.

Perceber que as coisas existem é uma das primeiras tarefas que a inteligência humana realiza, e a razão humana quer conhecer as coisas que existem. Apesar de parecer algo de difícil compreensão, com um exemplo pode-se perceber que isso está constantemente presente em nossas vidas: vemos, por exemplo, as crianças pequenas perguntar a seus pais “O que é isso? O que é aquilo”. O ser humano quer conhecer o que as coisas são. Os seres irracionais não fazem isso, e, mesmo que possam aparentemente se intrigar com algo diferente que veem, jamais conseguiriam compreender o que as coisas são.

Mas o que é o ente? Segundo Santo Tomás de Aquino, o “ENTE é aquilo que existe”, e o ente criado por Deus é tudo aquilo que, seja material ou espiritual, é mantido por Ele na existência. Para que se entenda melhor essa afirmação, vamos dar um exemplo: uma pedra é um ente, pois ela existe. Um anjo é um ente, pois ele existe. Nós somos entes, pois existimos.

Ente é tudo aquilo que existe (ou tem ser).

Vimos que Deus criou todas as coisas do nada. Isso quer dizer que nada pode existir por si mesmo. Deus mantém todas as coisas que Ele criou da mesma forma que a luz da lâmpada da sua casa é mantida



Diz o Gênesis que Deus descansou no sétimo dia. Esse ato de descansar significa que Ele está sustentando tudo o que existe.

por uma produtora de energia. Essa luz está sendo produzida por uma hidroelétrica a muitos quilômetros de sua cidade. Se, por algum motivo, a hidroelétrica parar de funcionar, imediatamente em sua casa faltará a luz. Dá-se o mesmo com a existência de todo ente criado. Se Deus parar de mantê-lo, por um segundo sequer, ele deixará de existir.

O ente criado, portanto, é tudo aquilo que existe ou tem ser porque foi criado e é mantido por Deus. Agora veremos que uma coisa É e não pode ser outra coisa. Por exemplo: pegue uma caneta em sua mão. Observe que você pegou a caneta e não uma faca, pois sabe o que é uma caneta e o que é uma faca. Isso é chamado “princípio de não contradição”, ou seja, é a primeira realidade do ente: que ele É e não pode ser outra coisa. Por mais

que uma bananeira pudesse querer frutificar mangas (o que já seria absurdo), jamais o conseguiria, pois ela É uma bananeira e não uma mangueira.

Quando nós, criaturas inteligentes, conhecemos o ser de alguma coisa, chegamos à verdade sobre ela. A nossa inteligência é um dom maravilhoso de Deus que nos faz conhecer a verdade de cada coisa quando entendemos o seu ser. Quando percebo pela inteligência que o objeto que está em minhas mãos é um caderno, por exemplo, cheguei à verdade sobre o que é um caderno. Ele não pode ser uma mesa e muito menos um ventilador: é um caderno.

Somente podemos chegar à verdade se, através da nossa inteligência, conhecermos o SER de cada coisa.

Deus é o Ente por Excelência

Por que afirmamos que Deus é o ENTE por excelência? Vimos que Deus criou todas as coisas do nada e as mantém na existência. Se Deus deu o ser a cada coisa, isso significa que somente o ENTE por excelência poderia dar o ser à todas as coisas e mantê-las na existência, sem perder nada de si mesmo. Deus não foi criado por ninguém, pois existe desde toda a eternidade. Ele simplesmente É. Ele mesmo disse isso a Moisés quando este lhe perguntou Seu nome: “Eu SOU Aquele que SOU” (Ex 3, 14).

Comparemos o Ser de Deus, que confere ser a todas as coisas que existem, sem perder nada de Si mesmo, com uma fogueira: ao colocarmos uma vela perto da fogueira, ela rapidamente se acende, sem, no entanto, diminuir em nada o fogo dessa fogueira.

Vejamus um exemplo para entender melhor:



Pietà, escultura de Michelangelo.

A escultura representada na imagem acima foi feita por Michelangelo em 1499 e se encontra na Basílica de São Pedro no Vaticano. Observe a riqueza de detalhes desta obra. Ela foi feita em mármore, uma rocha dura que pode receber polimento. Note que é possível ver veias no braço de Nosso Senhor Jesus Cristo e sua musculatura. A *Pietà* é uma das obras mais belas e significativas da humanidade.

Imagine se você fosse ao Vaticano, deparasse com essa escultura, e alguém lhe dissesse que esta obra foi uma pedra que rolou de uma montanha e, ao cair no chão depois de uma queda de vários metros, formou essa imagem. Certamente isso é algo absurdo. Você desconfiaria dessa informação e diria que logicamente aquela obra havia sido esculpida por alguém, por um artista. Existe um autor por trás dela. Podemos perceber a mesma coisa em relação à obra criada por Deus.

Veja a beleza e a ordem do Universo. Tudo foi devidamente ordenado para que pudéssemos viver em nosso planeta: a distância entre a Terra e o Sol é exata para haver vida; a quantidade de oxigênio no ar é suficiente para haver vida; a existência de água potável, etc. Observe a complexidade do corpo humano: nosso tubo digestivo possui entre 7 e 10 metros e troca suas células de revestimento a cada três dias; a cada respiração inalamos meio litro de ar, o que em um dia chega a 17.000 litros de ar; nossas veias, nossas artérias e nossos capilares, se fossem unidos, somariam incríveis 97.000 km, o equivalente a 2,5 voltas na Terra; nosso coração é um órgão que pesa cerca de 250 gramas e bate aproximadamente 70 vezes por minuto. No corpo em repouso, ele bombeia cinco litros de sangue para todo o organismo em apenas um minuto. Isso significa que o nosso sangue percorre 97.000 km em apenas 1 minuto.

Vejam que grande obra-prima é o corpo humano. A obra de Michelangelo tentou reproduzi-lo, mas jamais conseguiria alcançar a sua complexidade. Da mesma forma que é impossível acreditar que *Pietà* surgiu de uma queda de uma rocha ao acaso, é impossível acreditar que o universo e toda a sua complexidade existam por acaso. A existência de cada ente que conhecemos hoje e que no mundo realiza sua função natural precisa se originar do Ente por excelência, do qual recebeu o seu ser. Deus é o autor de todas as coisas criadas. Deus criou, ordenou e deu uma finalidade a cada coisa a que Ele deu existência.

As propriedades do ente

Vimos que ENTE é tudo o que existe. Deus é o ENTE por excelência, pois criou todas as coisas e as mantém na existência sem perder nada de Si mesmo.

Veremos agora algumas características de todos os entes existentes. O ENTE possui, entre outras, as seguintes propriedades:

1. A Bondade;
2. A Beleza;
3. A Inteligibilidade.

Bondade

Todas as coisas existentes são necessariamente boas. Todo ENTE é bom em diferentes graus, ou seja, sabemos que Deus é o ENTE por excelência e, portanto, é perfeitissimamente bom; um Anjo é um ENTE que possui um grau de bondade menor que o de Deus; o homem é um ENTE que possui um grau de bondade menor que o dos Anjos; a pedra é um ENTE que possui um grau de bondade menor que o do homem.

Diz-se que algo é bom por ser desejável para a nossa vontade. Se algo é desejável, isso quer dizer que causa agrado, e tudo o que causa agrado, só o causa por causa da vontade.

Isso quer dizer que a bondade de cada ente é uma participação na bondade do ENTE por excelência, isto é, Deus. Por exemplo: o Sol emite luz. Quando esta luz ilumina uma árvore, o Sol não perde sua luz como se a árvore estivesse roubando a luz solar. Na verdade, ela está participando da luz emitida pelo Sol. Da mesma forma, todo ente participa da bondade de Deus sem que Este perca a sua Suma Bondade.

Não é fácil perceber a bondade de todos os entes existentes e pensar automaticamente nela quando conhecemos as várias criaturas existentes. No entanto, é fácil perceber que grande parte das coisas nos agradam e são desejáveis por nós.

Beleza

Além de Deus ter criado boas as coisas, Ele as criou também belas em diferentes graus. Diz-se que algo é belo por ser contemplável, ou seja, por ser passível de ser visto ou inteligido com prazer. São ditas coisas belas as que, ao ser vistas, agradam. Dessa forma, assim como a bondade, a beleza se adéqua à vontade. Porém a beleza também se adéqua à inteligência.



Montanhas rochosas do Canadá. Esta imagem expressa a Beleza na criação

Inteligibilidade

Todo ente é inteligível, isto é, pode ser compreendido pela inteligência. Vimos que a nossa inteligência é capaz de encontrar o SER das coisas, e, ao fazermos isso, chegamos à verdade daquilo que nossa inteligência encontrou.

Sabemos que uma coisa não pode ser e não ser ao mesmo tempo, ou seja, uma cadeira é uma cadeira e não pode ser uma lâmpada ao mesmo tempo: ou é uma cadeira ou é uma lâmpada. Vimos que isso é o princípio de não contradição. Encontrar a verdade de cada ente é a função da nossa inteligência.

Quando aprendemos uma verdade, só a aprendemos porque nossa inteligência foi capaz de reduzir esta verdade a seus primeiros princípios, até porque estes primeiros princípios são os únicos evidentes em si mesmos. Para entendermos isto, podemos imaginar o aprendizado como se fosse uma escada onde só é possível subir para o próximo degrau se passarmos pelo anterior, e tem de ser um de cada vez; se tentarmos pular um degrau, corremos o risco de cair e perder-nos nos pensamentos. Talvez isso já tenha sido verificado em sua vida aprendendo um conteúdo de matemática, em que é necessária toda a atenção, pois ao perdermos

um detalhe, por menor que seja, não entenderemos mais nada; ou talvez tenha acontecido que ao escutar uma história com respeito à qual, por algum motivo, houve uma distração, e a história perde toda a graça e sentido.

Isto que chamamos de primeiro princípio é como se fosse o primeiro degrau de nossa escada, e parece que é mais fácil começar a subir uma escada pelo primeiro degrau. Por isso este mesmo primeiro princípio é tão evidente para a nossa inteligência. Quanto mais vamos subindo, mais os primeiros princípios vão ficando evidentes (degraus), pois nossa capacidade de abstração vai crescendo à medida que abstraímos mais e novos conceitos.

Atividades

- 1.** Leia o texto acima duas vezes: a primeira silenciosamente, e a segunda em voz alta.
- 2.** Faça em seu caderno um resumo do texto acima. Este resumo deve conter as seguintes explicações:
 - a)** O que é o ente?
 - b)** Qual é a importância do estudo do ser?
 - c)** O que diz o princípio de não contradição?
 - d)** Por que Deus é o Ente por excelência?
 - e)** Quais são as propriedades de todos os entes? Explique-as brevemente.
 - f)** O que significa dizer que os entes são inteligíveis?



ANIMOSTRY

História

Capítulo 17

Os povos da Mesopotâmia

Introdução

MIMOS que os Hebreus foram levados por Nabucodonosor como escravos para a Babilônia. Importa-nos estudarmos os povos que viveram nessa região antes destes fatos acontecerem.

Quando estudamos os egípcios vimos que os povos antigos, quanto mais próximos de Adão, mais possuíam ciência e civilização elevadas. A isso se acrescenta os estudos de Abbé Moreux:

1. Os seres humanos não provêm de um processo ascensional, a partir do macaco até o homem, como querem os evolucionistas, mas ao contrário, sua história começa num estágio muito alto, e a partir do pecado original vêm decaindo até os dias atuais.
2. O primeiro homem havia possuído uma ciência, comunicada pelo próprio Deus no Paraíso, capaz de fundamentar uma civilização fabulosa se não houvesse cometido o pecado original.
3. Adão confiou esta ciência a seus descendentes, e estes a transmitiram a seus sucessores. Pouco a pouco, com o passar dos séculos e dos milênios, perderam-se muitos desses conhecimentos.
4. No caso dos construtores das pirâmides, estaríamos diante de um povo degradado que conheceu por transmissão oral, ecos remotos da ciência natural revelada a Adão.
5. Neste caso se compreenderia que os primeiros grandes arquitetos da História possuíssem conhecimentos que a ciência empírica só recuperaria parcialmente depois de milênios de fatigantes investigações e buscas.

O povo que estudaremos será os Caldeus. Esse povo viveu em uma região chamada Mesopotâmia, palavra grega que significa “região entre rios”, pois se localizava entre os rios Tigre e Eufrates. Contudo, antes de iniciarmos o estudo sobre as características desse povo, veremos que foram eles os responsáveis por comunicar aos egípcios as grandezas da ciência de Adão. Isso ocorreu mais precisamente por meio de Abraão conforme Abbé Moreux, Flávio Josefo e Dom Jean de Monléon explicam:

“Como chegaram os conhecimentos de Adão ao Egito antigo? **Muito provavelmente Abraão, patriarca fiel à Revelação recebida de Adão**, por ocasião de sua ida ao Egito havia comunicado sua ciência aos sábios do Faraó”.

Abbé Moreux

“O país de Canaã foi assolado por grande carestia e Abraão, tendo sabido nesse mesmo tempo que o Egito gozava de grande abundância, resolveu, tanto mais facilmente ir para lá quanto lhe era interessante conhecer os sentimentos dos sacerdotes daquele país com relação à divindade, a fim de que, se eles fossem mais bem instruídos do que ele, conformar-se com a sua crença; mas se ao contrário, ele fosse mais instruído do que eles, comunicar-lhes suas luzes. O Faraó permitiu-lhe conversar com os homens mais instruídos do seu reino. Nessa conversa fez conhecer-se sua virtude e granjeou-lhe grande renome, pois esses sábios do Egito, sendo de sentimentos diversos, e esta diversidade causando entre eles mui grande divisão, ele lhes deu tão claramente a conhecer que estavam muito longe da verdade e uns e outros admiraram igualmente a grandeza do dom que ele tinha de persuadir. **Ele quis mesmo lhes ensinar aritmética e a astronomia, que lhes eram desconhecidas; foi por meio dele que essas ciências passaram dos caldeus para os egípcios e dos egípcios para os gregos**”.

Flavio Josefo

“A vida de Abraão nos oferece um exemplo frisante. Toda a tradição cristã e toda a tradição judaica estão de acordo em nos apresentar o pai da nossa fé, não somente como personagem de uma santidade

eminente, mas ainda como homem de alta cultura, um grande civilizado. Ora, nestes últimos anos, as escavações feitas em Ur (cidade da Mesopotâmia em que nasceu Abraão) vieram trazer a esta crença universal a mais brilhantes das confirmações. **Elas revelaram nos caldeus daquela época longínqua conhecimentos muitíssimo avançados no domínio da matemática e da astronomia, ao mesmo tempo que uma arte de uma finura incrível, que excita ainda hoje a admiração de nossos maiores pintores e escultores.** Estas escavações são altamente embaraçosas. Elas põem por terra o retrato que hoje se tornou usual do Patriarca e as ideias admitidas sobre as origens dos judeus. Elas contradizem abertamente as exigências da teoria evolucionista”.

Dom Jean de Monléon

“A ciência misteriosa dos faraós nos mostra que a História do mundo é a história da decadência, só reerguida nos tempos da Civilização Cristã, onde os portadores da ciência e do progresso verdadeiros são os fiéis à tradição, cujo registro escrito são as Sagradas Escrituras, e cuja verdadeira interpretação é a do Magistério da Igreja Católica”.

Pe. Moreux

Estas frases nos mostram que quanto mais os homens estiverem submetidos à Revelação Divina e à Tradição, tanto maior será a sua inteligência.

Ⓞ Crescente Fértil

A região do Oriente Médio que vai da Mesopotâmia, passa pela Síria, pela Palestina e chega até o Egito é conhecida pelo nome de *Crescente Fértil*, porque tem a forma aproximada de uma lua crescente e é irrigada por rios que a tornam muito favorável à agricultura.

Esse território é chamado também de *Berço da Civilização*, pois nele foram encontradas as mais antigas cidades e documentos de que se tem notícia.

A Mesopotâmia (do grego *mésos* = meio + *potamós* = rio) leva esse apelativo por estar localizada entre dois grandes rios: o Tigre e o Eufrates. Nela se encontra atualmente o Iraque, a Síria e a Turquia.

Grosso modo, pode se dizer que a Mesopotâmia divide-se em Alta - ao norte, região da Assíria (árida e montanhosa) - e Baixa, ao sul, também conhecida como Caldéia (local de pântanos e alagadiços).

A fertilidade da Baixa Mesopotâmia, porém, opõe-se à sua pobreza em madeiras, minerais e matérias-primas, o que fez da argila um dos elementos básicos para o desenvolvimento dos povos que ali se fixaram.

Os mesopotâmios eram politeístas (adoravam vários deuses) e fundamentavam seu culto nas forças da natureza: raio, fogo, furacão, rios, montanhas, etc. Dentre as principais divindades adoradas destacam-se os astros, *Marduk*, deus da Babilônia; *Samash*, deus do Sol e da justiça; *Anu*, deus dos céus; *Enlil*, deus do ar; e *Ishtar*, deusa da guerra. Os mesopotâmios não davam importância à vida após a morte, mas almejavam uma longa existência terrena.



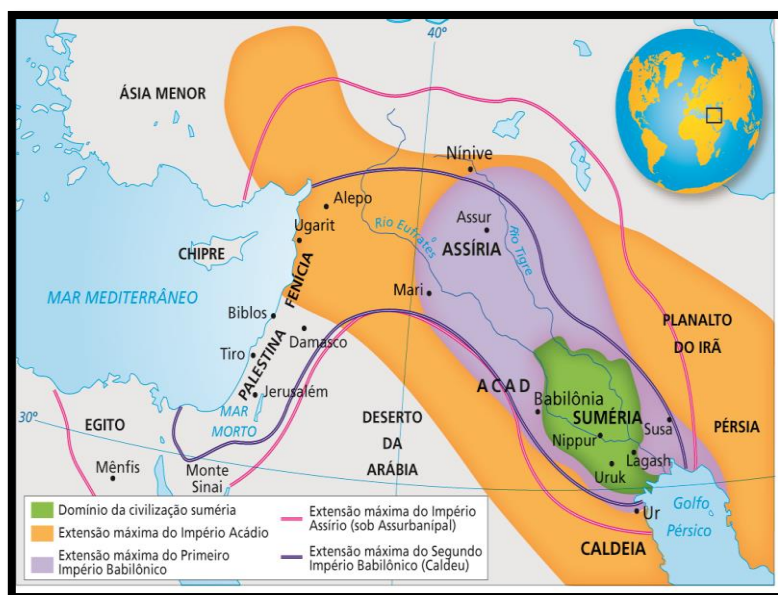
Mapa do Crescente Fértil

Desprovida de defesa natural, a Mesopotâmia permitia fácil acesso a populações nômades, que atraídas pela fertilidade do lugar migravam para essa região, entrando em conflito com os ocupantes anteriores, a fim de ali se estabelecerem. Isso tornou a história política da região muito agitada, pela ascensão e declínio de diversos povos como os sumérios, acádios, amoritas, assírios, etc., fato que impediu a formação de um império local duradouro.

Povos da Mesopotâmia

Entre os povos antigos que habitaram a Mesopotâmia merecem destaque:

1. Os Sumérios.
2. Os Acádios.
3. Os Babilônicos.
4. Os Assírios.



Esses povos viviam basicamente da agricultura possibilitada pela existência dos rios (Tigre e Eufrates). Para melhorar o abastecimento de água construam diques, reservatórios e canais de irrigação. Dessa forma, puderam construir grandes impérios em uma região que possui um clima árido.

Leiam o que Plínio Correa de Oliveira escreveu sobre a geografia dessa região:

“O solo da Mesopotâmia propriamente dita compreende uma extensão de 270.000 Km². Este solo é de uma fertilidade espantosa. O trigo, nesta região, é nativo e pode ser colhido três vezes por ano. Na Mesopotâmia não há razão para queixa semelhante à do nosso caboclo, porque "plantando, dá." As terras da Mesopotâmia são, portanto, ótimas para a agricultura. Porém, se é verdade que este solo ubérrimo produz, até sem que nele se plante, também é certo que tal não aconteceria se ele não fosse irrigado, porque nessa região há falta de chuvas abundantes; os terrenos pouco férteis eram aproveitados por meio da canalização das águas. Da mesma maneira procediam os egípcios com as águas do Nilo. Os habitantes da Mesopotâmia construíram canais ladrilhados, para aproveitarem os terrenos que só produziam quando irrigados. Assim as águas eram transportadas, por meio de grandes braços, a regiões as mais remotas. Esse povo auferia destes canais duas vantagens: 1) os canais eram utilizados para a fertilização de certos tratos de terra; 2) eles eram navegáveis. A situação geográfica da Mesopotâmia colocava-a na possibilidade de um desenvolvimento comercial extraordinário, porquanto era passagem forçada para

todas as caravanas da Ásia. Por outro lado, o povo que habitava a Mesopotâmia tinha uma grande tendência para o comércio, que atingiu um alto grau de desenvolvimento”.

No aspecto religioso, os povos mesopotâmicos eram, na maior parte das vezes, politeístas, isto é, acreditavam na existência de vários deuses. A religião pedia sacrifícios violentos, e não raro havia sacrifícios humanos. Acreditavam também na divindade e no poder dos astros. Este culto deu notável impulso à astronomia. Vejamos o que diz Javier Vergara sobre as pesquisas astronômicas dos mesopotâmicos:

“Provavelmente os mais antigos observatórios astronômicos que se tenham construído foram os ‘Zigurats’ da Mesopotâmia, torres piramidais construídas pelos sumérios e os contemporâneos babilônicos. O mais famoso, e quiçá o maior, provavelmente tenha sido a Torre de Babel, dedicada ao deus Marduk (Júpiter), a que se estima que alcançou uma altura de 892 metros (um prédio de 300 andares)”.

Sumérios

Os sumérios formaram várias cidades na região da Mesopotâmia sem, contudo, construir um império. Uma das principais características desse povo é que se organizavam em **cidades-Estados**. Cidades-Estados são um conjunto de cidades onde cada uma é governada por um rei-sacerdote (chefe religioso e político), possui um exército e costumes próprios mesmo, normalmente, fazendo parte de um mesmo povo – isto é, não possuíam um governo central. Leiam o que Daniel Rops afirma sobre os sumérios:

“Foram esses sumérios que iniciaram toda a Mesopotâmia na civilização. Deles vieram os métodos de irrigação, de plantação e de construção, os maiores mitos religiosos, os princípios jurídicos. Alguns dos temas fundamentais de nosso pensamento têm as suas raízes na terra de Súmer. Pode-se dizer que os Sumérios desempenharam, em relação às regiões do Eufrates, o papel dos Latinos na elaboração das sociedades ocidentais. Mas, contrariamente a Roma, Súmer nunca teve a ideia de unificar o país. Cada cidade – Ur (cidade de Abraão), Lagash, era um minúsculo estado dirigido por um régulo, o ‘patési’, vigários do deus local”.

Daniel Rops

Essa frase mostra que os Sumérios desenvolveram uma grande civilização na região da Mesopotâmia. Possuíam uma política e sociedade complexas, técnicas de agricultura avançadas, como canais de irrigação, domínio de astronomia e matemática.

Os Sumérios são conhecidos por serem os primeiros a construírem cidades nessa região. Para o serviço administrativo do templo, os sumérios criaram uma antiga forma de escrita chamada cuneiforme, por estar composta de caracteres em forma de cunha. Eles inventaram a roda, dividiram o ano em 12 meses, foram os primeiros astrônomos, distinguiram os planetas das estrelas, identificavam constelações, sabiam prever eclipses, entendiam as fases da lua, conheciam (sem telescópio) os planetas de nosso sistema solar, incluindo Urano, Netuno e Plutão que só foram descobertos pelos modernos observadores em 1781, 1846 e 1930 respectivamente. Os sumérios criaram um sistema numérico, um calendário lunar, mediam o tempo com relógios de sol e de água, utilizavam um sistema bancário, conheciam medicina e farmacologia, cultivavam a história e a poesia, inventaram sistemas de irrigação e construção de represas, etc.

Acredita-se que os Sumérios foram conquistados por um outro povo conhecido como Acádio, o qual construiu um vasto império na região sob o governo de Sargão I.

Os Acádios

Desde 2800 a.C. começou uma lenta imigração de povos semitas provindos da Arábia, que foram instalando-se no centro e no norte da Mesopotâmia, formando pequenos reinos como Elam, Mari, Ebla e Assur. Eles desenvolveram uma cultura mista, conservando sua língua semita e adotando os costumes sumérios.

Os acádios - descendentes de Sem – se estabeleceram no centro da Mesopotâmia. Invadiram Sumer, dominando as cidades-estados e os outros reinos semitas. Sua superioridade baseava-se numa nova tática de guerra de movimento, com utilização de javelinas (lanças para serem atiradas à distância), arcos e flechas, contra o lento e pesado exército sumério de longas lanças e grandes escudos.

Por esse meio, o rei, *Sargão I* fundou o primeiro império historicamente conhecido: o Acádio, que se estendia desde o golfo Pérsico até o Mar Mediterrâneo. Sua capital foi Acádia, chamada também como Agadé ou Akkad.

O rei pretendia ser um “deus” e se autodenominava “*senhor dos quatro cantos do mundo*”. A cultura floresceu na corte de Akkad e os escribas acádios absorveram e desenvolveram as tradições sumérias. Os deuses acádios se misturaram com os dos sumérios.

O Império Acádio sucumbiu diante da invasão de uma enigmática população: os gútios, nômades bárbaros provindos dos Montes Zagros, no Irã.

Primeiro Império Babilônico

No início do segundo milênio, entre as tribos semitas que penetraram na região da Mesopotâmia, uma dinastia de reis amoritas ou amorreus, instalou-se na antiga cidade de Babilônia, construindo muralhas, templos e palácios.

Foi o rei *Hamurabi* por volta do ano 1790 a.C., que levou este *Primeiro Império Babilônico* ou *Paleobabilônico* ao seu apogeu, conquistando e unificando a Mesopotâmia, organizando-a política e religiosamente. O rei elaborou o primeiro código de leis escritas de que se tem informação na história, conhecido como *Código de Hamurabi*, o qual se baseava na chamada *Lei ou Pena de Talião*³², que consistia em castigar os crimes com rigorosa reciprocidade (“*olho por olho, dente por dente*”).

“Eles pregavam a famosa máxima: ‘olho por olho, dente por dente’. Quando um arquiteto construía uma casa, e esta caía sobre o filho do dono da casa, punia-se o filho do arquiteto, em vez do arquiteto. O fundo disto tudo era fazer uma pessoa sofrer o que fez outra pessoa sofrer. Era necessário fazer sofrer o arquiteto moralmente, punindo o seu filho”.

Plínio Correa de Oliveira

Durante o reinado de Hamurabi deu-se a emigração do patriarca Abraão, de Ur para Canaã, como se verá a seguir.

32 Do latim, *lex talionis* (*lex* = lei + *talio*, *talis* = tal, idêntico).

Assírios

Os Assírios conquistaram os Amoritas e formaram um dos maiores impérios da história. Vimos nos capítulos anteriores que os assírios representavam a cabeça de ouro no sonho de Nabucodonosor interpretado pelo profeta Daniel.

A capital do Império era a cidade de Nínive. Um dos principais imperadores dos assírios foi **Assurbanipal**, que organizou um exército profissional o qual era conhecido pela extrema violência sobre os povos dominados.

Acredita-se que os *assírios* sejam descendentes de *Assur*, segundo filho de Sem, filho do patriarca Noé.

A história assíria está dividida nas seguintes etapas:

Período Antigo (1970-1363 a.C)

Com a queda da terceira dinastia suméria, os assírios tornaram-se independentes. Nessa época o rei *Shamshi-Adad I* (1809-1781 a.C.), acabou realizando algumas conquistas territoriais, formando assim um pequeno império, cuja capital foi a cidade de Assur. Seu sucessor *Ishme-Dagan* (1780-1741 a.C.), não conseguiu manter a estabilidade do governo e os assírios foram dominados pelo Primeiro Império Babilônico e depois pelo *reino hurrita* de *Mitani*.

Por fim, com o declínio do poderio hurrita, os assírios, em parceria com os *hititas*, retomaram a sua independência e conquistaram o reino de Mitani.



Um rei assírio com sua corte

Período Médio

Nessa época destacaram-se os seguintes monarcas na Assíria:

Assur-Uballit I (1363-1330): fundador do I Império Assírio, propriamente dito, que levou suas conquistas desde parte da Babilônia até a fronteira hitita.

Salmanasar I (1274-1245 a.C.): grande guerreiro, o qual conquistou oito territórios em apenas 3 dias. Foi ele que trasladou a capital do império para a cidade de *Kalach*.

Tukulti Ninurta I (1244-1208 a.C.): em conquistas ele superou seus antecessores. Submeteu os povos dos Zagros e a Babilônia. Depois de ser assassinado por seu filho e sucessor, a Assíria entrou num período de decadência e a Babilônia se tornou independente.

Teglat-Falasar I (1115-1077 a.C.): iniciou um novo apogeu assírio, conquistando a Fenícia e dirigindo campanhas ao norte contra o *reino de Urartu*. Ele submeteu novamente a Babilônia e trasladou novamente a capital do império para Assur. Foi um dos maiores conquistadores assírios, sabendo aproveitar a fraqueza do Egito e dos hititas, após a invasão dos Povos do Mar. Foi responsável pelo aumento do número de edifícios e aperfeiçoou o exército. Após sua morte, o império entrou em declínio com seus sucessores, até 911 a.C.

Período Novo (911-605 a.C.)

Nessa fase destacaram-se os seguintes reis:

Adad Nirari II (911-891 a.C.): homem que deu início a uma série de campanhas em direção ao sul e ao oeste, chegando ao Mediterrâneo. Ele atacou novamente a Babilônia e fez um acordo através de casamento.

Assurnasirpal II (883-859 a.C.): sendo neto de Adad Nirari, esse monarca consolidou as conquistas anteriores, e estendeu as fronteiras desde a Fenícia até a Armênia.

Teglat-Falasar III ou *Pul* (744-727 a.C.), *Salmanasar V* (726-722 a.C.), *Sargão II* (721-705 a.C.), *Senaqueribe* (704-681 a.C.) e *Assaradon* (681 - 669 a.C.), monarcas que invadiram os reinos de Israel e Judá e impuseram pesados tributos aos hebreus.

Assurbanipal (669 - 627 a.C.), último grande rei assírio que levou seu império ao apogeu, chegando a conquistar o Egito.

Religião³³

O deus principal dos assírios era *Assur*, divindade protetora da cidade de mesmo nome. Era considerado *o rei dos deuses*, sobretudo o deus da guerra. Também existia um culto importante à deusa *Ishtar*, cujo rito envolvia imoralidades e a *Sin*, deus da lua. O monarca agia como sumo sacerdote de Assur.

Era muito comum entre os assírios a adivinhação através da observação das vísceras dos animais, bem como a astrologia. A religião popular adotou a forma de magia e bruxaria, existindo feitiços para quase todos os aspectos da vida.

Governo

O rei era um monarca absoluto, chefe do exército, da administração e da corte. Era dono de tudo em nome do deus Assur, embora tendo que respeitar os costumes referentes às classes superiores, aos templos e às cidades. Seu sucessor seria o seu filho primogênito.

Direito

As leis assírias baseavam-se nos costumes. Normalmente as disputas legais se resolviam privadamente entre ambas as partes, mas caso isso não surtisse efeito, intervinha um funcionário do Estado

³³ Os deuses pagãos nada mais são do que demônios.

no assunto e, em último caso, recorria-se a uma ordália (juízo dos deuses), ou seja, a uma determinada prova pela qual as divindades se manifestavam, a fim de solucionarem a questão. As penalidades para o culpado podiam ser, entre outras: queimar o seu filho primogênito, furar sua orelha e puxá-la com uma corda, arrancar seu lábio inferior ou o nariz, empalá-lo, fazê-lo engolir um punhado de lã ou obrigá-lo a oferecer dez cavalos brancos a um deus...

Arte

A arte assíria é marcada pelo realismo, com estátuas e baixos relevos que retratam o feito belicoso do povo.



Escultura de touro alado com
cabeça de homem do nárcio do



Representação
assíria dominando um



Estátua de



Baixo relevo representando uma



Cena de

Conquistadores cruéis

O Império Assírio expandiu seu território por meio de conquistas militares, obtendo grande êxito, graças ao empenho de seus belicosos guerreiros, vestidos com capacete cônico e armadura feita de escamas de bronze. Eles contavam com armas muito resistentes, máquinas de assédio, cavalaria, carros de guerra e, de modo especial, com excelentes arqueiros, tidos como o coração do exército.

Os povos conquistados sofriam terrivelmente nas mãos dos assírios, tidos como os homens mais cruéis da antiguidade. À sua passagem, os combatentes de Assur deixavam um rastro de cadáveres despedaçados, esfolados, empalados, carbonizados, desonrados, etc.

Em certa ocasião, um rei cercado pelos assírios resolveu se entregar, juntamente com os seus súditos, desde que não houvesse “derramamento de sangue”. O monarca que sitiava a cidade prometeu cumprir sua palavra e, pouco depois... ordenou que todos os seus inimigos fossem enterrados vivos!

Não menos triste era a sorte dos sobreviventes, submetidos a uma brutal escravidão ou à deportação para outras regiões, enquanto sua pátria era ocupada por outros povos capturados.

Certos reis, para conseguir evitar a dominação assíria pela força, submetiam-se a eles, pagando-lhes pesados tributos. Essa política de intimidação e terror, suscitava constantes revoltas contra o jugo dos assírios, obrigando-os a contínuas expedições militares.

A falta de diplomacia e as repetidas guerras, será um dos fatores da queda do Império Assírios.

Leia o texto abaixo de Plínio Correa de Oliveira:

Lembro-me da impressão terrível que os assírios e babilônios me davam, no meu curso ginásial. No livro de história que eu folheava, havia fotografias de alto-relevos feitos por eles, estupendos trabalhos em cerâmica, encontrados nas ruínas de Nínive e Babilônia, que deixam ver características desses povos, que aliás tiveram muita glória.

Após terminarem suas guerras, eles realizavam aparatosos desfiles, em que os reis e generais carregavam com grande ostentação os objetos saqueados aos inimigos. Furavam os olhos dos prisioneiros, cortavam-lhes as orelhas, arrancavam o nariz, e os faziam entrar na cidade acorrentados, como se fossem animais, sob apupos do povo vencedor.

Os reis assírios e babilônios vangloriavam-se de suas crueldades e de sua depravação. Num alto-relevo que atravessou os milênios, podemos observar um soberano que toma atitude perante os vencidos. É algo confrangedor. O monarca, de físico avantajado, tinha sua estatura aumentada por um chapéu em cone truncado. Vê-se tratar-se de um chapéu de material rico. E o rei, com uma tal abundância de cabeleira, que de dentro da cobertura escachoam os cabelos, frisadinhos, direitinhos, formando filas, como se diria de soldados em ordem de batalha. E a barba dele do mesmo jeito: enorme, com dois, três dedos inteiramente lisa, depois uma série de cachinhos; em seguida, mais três dedos lisa, outros frisados e assim por diante, até o fim da barba. Na fisionomia, uma expressão feroz; os olhos, não amendoados mas compridos, característicos daqueles povos; nariz adunco de ave de rapina, e com uma lança na mão.

Diante dele, uma série de prisioneiros, em tamanho menor, todos com argola atravessando o lábio inferior, presas por cordéis que chegam até a mão do rei. À frente deste, dois de joelhos e, atrás, mais dois em fila. Ele os cumprimenta, na iminência de furar os olhos dos quatro. Quando saíam da presença real, estavam cegos. E assim ia ele perpassando os olhos dos derrotados, às centenas, para se vingar e para depois ter braço que não precisasse controlar. Sem ver, não podiam fugir e, portanto, não necessitavam de vigilância. Carregavam e serviam como animais de tração, onde fosse preciso.

Essa é uma desigualdade maldita, que não considera o fato de todos os homens possuírem a mesma natureza humana na qual um dia Se encarnaria Nosso Senhor Jesus Cristo. Portanto, a desigualdade tem limite, e não pode levar um homem a fazer este uso de um semelhante. É algo abominável, fruto da civilização pagã.

Com o advento da Cristandade, tudo isso desaparece. Mais ou menos como quando surge a manhã: as aves de mau agouro, os animais daninhos, todos se encolhem nas suas tocas; assim

também todas essas brutalidades se eclipsam. O Sol de Justiça, Nosso Senhor Jesus Cristo, vai aparecendo.

Os Assírios foram conquistados pelo Caldeus, povo que vivia no sul da Mesopotâmia. Contudo, os caldeus, cujo principal rei foi Nabucodonosor, mantiveram as estruturas políticas e culturais dos assírios, mudando a capital para Babilônia, formando o Segundo Império da Babilônia. Sob o comando de Nabucodonosor, os caldeus conquistaram a Palestina (exílio da Babilônia) e o Egito.

Ⓔ Império Neo-babilônico

Depois da morte de Assurbanípal, rei da Assíria, Nabopolassar, caldeu e governador da Babilônia, aliou-se com Ciaxares, rei dos medos, para dominar os territórios do Império Assírio. A guerra foi bem sucedida para eles que acabaram conquistando seu objetivo, após destruírem a cidade de Nínive.

Ciáxares ficou senhor da Mesopotâmia Setentrional, da Armênia e de partes da Ásia Menor. Os territórios conquistados por Nabopolassar deram origem ao Segundo Império Babilônico ou Neobabilônico, que perdurou de 626 a.C. a 539 a.C, e cuja capital era a cidade de Babilônia.

Principais reis

Nabucodonosor II (604-562 a.C.), que sucedeu seu pai Nabopolassar no trono, expandiu o Império e com as riquezas adquiridas, reconstruiu Babilônia dotando-a de uma grande muralha e edificou vários templos. Entre as obras concebidas pelo monarca, merece especial destaque os Jardins Suspensos da Babilônia, uma das Sete Maravilhas do Mundo Anti-go, trabalho que ele realizou para sua esposa Amitis. Essa construção contava com seis magníficos jardins colocados sobre terraços escalonados, sustentados por imponentes colunas.

Após Nabucodonosor, reinou em Babilônia seu filho Evil-Merodaque (561-560 a.C.) que acabou sendo assassinado por seu cunhado Neriglissar, o qual usurpou o trono. Neriglissar (559-556 a.C.) obteve sucesso em suas expedições militares e quando morreu, foi sucedido por seu filho Labashi-Marduk (556-555 a.C.), que por sua vez também foi morto e substituído por Nabonido (555-539 a.C.).

O último rei babilônio foi o filho de Nabonido, chamado Baltazar, personagem do qual nos ocuparemos no próximo capítulo.

Artes

Em matéria de artes os babilônios progrediram singularmente na arquitetura e no fabrico de estátuas. Dentre as muitas obras arquitetônicas, merece destaque a Porta de Ishtar (dedicada à deusa da fertilidade), uma das oito entradas para a Babilônia.

A Porta de Ishtar era o termo do Caminho das Procissões, trajeto de cerca de um quilômetro, percorrido nas festas de fim de ano pelos babilônios, os quais portavam estátuas dos deuses que veneravam.

Adornada com tijolos azuis e brilhantes, enfeitada com baixos relevos de dragões dourados e leões, a Porta de Ishtar dava acesso ao Zigurate Etemenanki, templo e fortaleza de aproximadamente sete andares e noventa metros de altura, dedicado ao deus acádio Marduk ou Bel, a maior divindade da cidade.

Ciências

Os babilônios cultivavam pouco a poesia, mas possuíam muitos conhecimentos científicos. Eles determinaram os signos do zodíaco, estabeleceram as relações do ano lunar com o solar, previram os eclipses da lua e um do sol, adotaram um calendário superior ao dos egípcios, conheceram a duração quase exata do ano, descobriram a força impulsora do vapor e, em física e matemática, superaram os povos asiáticos.

Economia e costumes

Na Babilônia o comércio se desenvolveu de maneira tão vigorosa, que essa cidade foi considerada como o centro e o mercado comum da Ásia Ocidental.

Em matéria de costumes, as classes altas viviam luxuosamente tanto em matéria alimentar como nos trajes, utilizando ouro e pedrarias em suas vestimentas.

Embora a monogamia fosse muito generalizada e respeitada por esse povo e as núpcias se fizessem através de rituais religiosos, ele nunca aboliu a poligamia e certos cultos imorais como, por exemplo, o da prostituição sagrada em honra à deusa Milita.

Governo e religião

No Império Neobabilônico o governo era despótico e sua religião mesclava-se com a Astrologia (pseudociência segundo a qual é possível decifrar nas posições relativas dos astros, informações e previsões a respeito do homem e dos acontecimentos presentes e futuros).

Atividades

1. Por que podemos dizer que os caldeus ensinaram a ciência para os egípcios?
2. Cite as principais características dos povos mesopotâmicos.
3. Quais são os povos mesopotâmicos citados no texto.

Capítulo 18

Sexto Período do Antigo Testamento

Do Exílio da Babilônia (586 a.C.) até o Nascimento de Nosso Senhor Jesus Cristo.

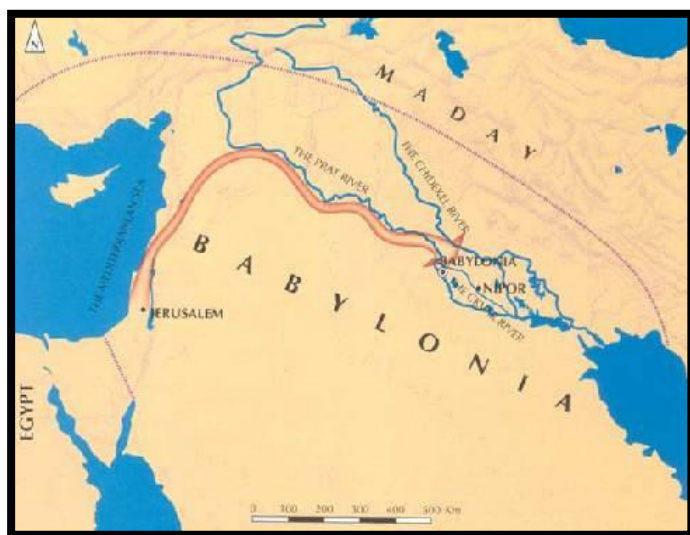
O retorno dos hebreus do Exílio da Babilônia

Período: século VI a.C.

Local: Babilônia e Palestina (Oriente Médio – Ásia).

Introdução

Vimos no volume passado que o povo eleito foi deportado como escravo para a Babilônia. O seu retorno se deu em 538 a.C. por ordem de Ciro Magno, rei da Pérsia, inspirado por Deus Todo-Poderoso, que move o coração dos reis e dos imperadores para que cumpram seus desígnios: ordenou a todos os judeus para voltarem para sua terra e reconstruir o Templo de Jerusalém. Os judeus sofreram três deportações à Babilônia, mas a mais importante e duradoura foi a de 586 a.C. a 538 a.C. Leiam a passagem a seguir que fala sobre os motivos que levaram Ciro a permitir que os hebreus voltassem à sua pátria.



Mapa que mostra o caminho percorrido pelos hebreus

"No primeiro ano de Ciro, rei da Pérsia, para que se cumprisse a profecia posta pelo Senhor na boca de Jeremias, **o Senhor suscitou o espírito de Ciro**, rei da Pérsia, o qual mandou fazer em todo o seu reino, de viva voz e por escrito, a proclamação seguinte: Assim fala Ciro, rei da Pérsia: **o Senhor, Deus do céu, deu-me todos os reinos da terra, e encarregou-me de construir-lhe um templo em Jerusalém, que fica na terra de Judá.** Quem é, dentre vós, pertencente ao seu povo, que seu Deus o acompanhe, suba a Jerusalém que fica na terra de Judá e construa o templo do Senhor, Deus de Israel, o Deus que reside em Jerusalém. Que todos os sobreviventes (de Judá) onde quer que residam, sejam providos

pelos habitantes da localidade onde se encontrarem, de prata, ouro, cereais e gado, bem como de oferendas voluntárias para o templo do Deus que reside em Jerusalém. Então os chefes de família de Judá e de Benjamim, bem como todos os sacerdotes e os levitas, principalmente todos aqueles cujo espírito Deus havia tocado, prepararam-se para ir reedificar o templo do Senhor em Jerusalém. Todos os que habitavam pelas redondezas ajudaram-nos, dando-lhes prata, ouro, bens diversos, gado, cereais e coisas preciosas, além das outras ofertas voluntárias. O rei Ciro entregou também os utensílios que Nabucodonosor trouxera

do templo do Senhor em Jerusalém e colocara no templo de seu deus. Ciro, rei da Pérsia, mandou-os entregar pelas mãos de Mitrídates, o tesoureiro, o qual os entregou a Sassabasar, príncipe de Judá. Eis o número deles: trinta bacias de ouro, mil bacias de prata, vinte e nove facas, trinta taças de ouro, quatrocentas e dez taças de prata, e mil outros utensílios. Todos os utensílios de ouro e de prata eram em número de cinco mil e quatrocentos. Tudo levou Sassabasar quando os exilados voltaram de Babilônia para Jerusalém." (Es 1, 1-11)

Para compreender melhor

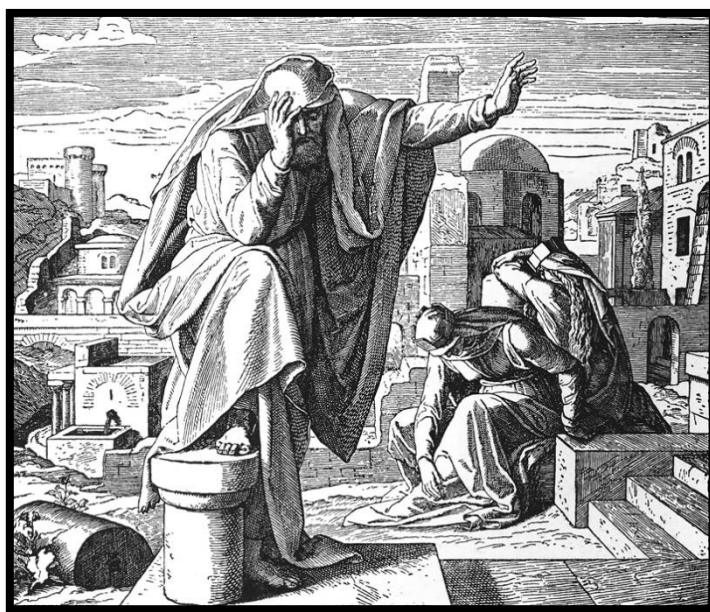
Ciro II ou Ciro, o Grande, foi Rei da Pérsia entre 559 e 530 a.C., morrendo no campo de batalha. Sob seu comando, a Pérsia se tornou o maior Império conhecido até então.

Se destacou por uma grande generosidade, pois não costumava subjugar por total os povos conquistados, característica essa que será fundamental para a libertação do povo eleito.

Ele é citado na Bíblia no Livro de Isaías (capítulos 44 e 45), no Livro de Esdras (capítulo 1), no Livro de Daniel e no Segundo Livro das Crônicas (capítulo 36).

Contexto

Em 586 a.C., Nabucodonosor, imperador da Babilônia, invadiu, conquistou e escravizou os habitantes de Jerusalém para cumprir-se a profecia de Jeremias: "Ai de Jerusalém, se não se converter, ai dos filhos de Judá!". Infelizes os que não dão ouvidos aos avisos de Deus. As ameaças do profeta cumpriram-se logo por meio de Nabucodonosor.



Profeta Jeremias

Jeremias, zeloso pela glória de Deus, não cessava de predizer a ruína de Jerusalém. Mas tudo em vão. O profeta foi encarcerado e esteve preso até a tomada da cidade. Jerusalém caiu e foi escravizada devido aos seus inúmeros pecados, de seus reis e sua população, mesmo diante de tantas advertências recebidas de Deus por meio de seus profetas.

Ⓞ Exílio

A escravidão na Babilônia não foi um extermínio dos judeus, mas um castigo, uma vez que o patriarca Jacó havia profetizado que “o poder soberano permanecerá na tribo de Judá até o nascimento do Messias”. Deus permitiu o cativeiro na Babilônia para corrigir seu povo de seus desvios.

Em território estrangeiro, os judeus eram governados por juízes de sua nação que os orientava segundo as leis de Moisés. A vida era muito dura, mas o maior sofrimento era estar longe da terra do rei profeta (Rei Davi). Assim diz o Salmo 136:

“Às margens dos rios de Babilônia, nos assentávamos chorando, lembrando-nos de Sião. Nos salgueiros daquela terra, pendurávamos, então, as nossas harpas, porque aqueles que nos tinham deportado pediam-nos um cântico. Nossos opressores exigiam de nós um hino de alegria: Cantai-nos um dos cânticos de Sião. Como poderíamos nós cantar um cântico do Senhor em terra estranha? Se eu me esquecer de ti, ó Jerusalém, que minha mão direita se paralise! Que minha língua se me apegue ao paladar, se eu não me lembrar de ti, se não puser Jerusalém acima de todas as minhas alegrias. Contra os filhos de Edom, lembrai-vos, Senhor, do dia da queda de Jerusalém, quando eles gritavam: Arrasai-a, arrasai-a até os seus alicerces! Ó filha de Babilônia, a devastadora, feliz aquele que te retribuir o mal que nos fizeste! Feliz aquele que se apoderar de teus filhinhos, para os esmagar contra o rochedo!”

Ainda no cativeiro, a história sagrada destaca a figura de Daniel, o grande profeta, que interpretou os sonhos de Nabucodonosor inspirados por Deus.

Ⓞ Império Babilônico conquistado pelos persas e o retorno a Jerusalém

Para cumprir a profecia de Isaías, Ciro, o Grande, rei da Pérsia, derrotou o império babilônico e se tornou um grande imperador da região. Ciro possuía uma peculiaridade em relação aos reis assírios e babilônicos, que eram cruéis. Ao contrário da crueldade e da destruição, Ciro, ao conquistar um novo território, respeitava a população local, inclusive a religião. Assim diz a Escritura sobre Ciro:

“Mantenho a palavra de meus servos, cumpro o que predizem meus enviados; digo que Jerusalém deve ser reabitada. Que as cidades de Judá devem ser reedificadas. Delas reerguerei as ruínas. Digo ao abismo: Seca-te, vou estancar tuas torrentes. Digo de Ciro: É meu pastor, executará em tudo a minha vontade. Falando de Jerusalém: Que seja reedificada! E do templo: Que seja reconstruído!”

Isaías 44, 26-28.

Ao saber que seu nome e seus feitos haviam sido profetizados havia duzentos anos pelo profeta Isaías, Ciro, maravilhado, decretou que os judeus voltassem à sua pátria e reconstruíssem a cidade e o Templo de Jerusalém que havia sido destruído pelos babilônios. Além disso, ordenou a devolução dos vasos sagrados roubados.

“Eis o que diz o Senhor a Ciro, seu unguido, que ele levou pela mão para derrubar as nações diante dele, para desatar o cinto dos reis, para abrir-lhe as portas, a fim de que nenhuma lhe fique fechada: Irei eu mesmo diante de ti, aplainando as montanhas, arrebentando os batentes de bronze, arrancando os ferrolhos de ferro. Dar-te-ei os tesouros enterrados e as riquezas escondidas, para mostrar-te que sou eu o Senhor, aquele que te chama pelo teu nome, o Deus de Israel. **É por amor de meu servo, Jacó, e de Israel que escolhi, que te chamei pelo teu nome, com títulos de honra, se bem que não me conhecesses.** Eu sou o Senhor, sem rival, não existe outro Deus além de mim. Eu te cingi, quando ainda não me conhecias, a fim de que se saiba, do levante ao poente, que nada há fora de mim. Eu sou o Senhor, sem rival; formei a luz e criei as trevas, busco a felicidade e suscito a infelicidade. Sou eu o Senhor, que

faço todas essas coisas. Que os céus, das alturas, derramem o seu orvalho, que as nuvens façam chover a vitória; abra-se a terra e brote a felicidade e ao mesmo tempo faça germinar a justiça! Sou eu, o Senhor, a causa de tudo isso. Ai daquele que discute com quem o formou, vaso entre os vasilhames de terra! Acaso diz a argila ao oleiro: Que fazes? Acaso diz a obra ao operário: És incompetente? Ai daquele que ousa dizer a seu pai: Por que me geraste? E à sua mãe: Por que me concebeste? Eis o que diz o Senhor, o Santo de Israel e seu criador: Pretendeis pedir-me conta do futuro, ditar-me um modo de agir? Fui eu quem fez a terra, e a povoou de homens; foram minhas mãos que estenderam os céus, e eu comando todo o seu exército. Fui eu quem, na minha justiça, suscitou Ciro, e quem por toda parte lhe aplaina o caminho; e é ele quem fará reedificar minha cidade e libertar meus deportados, sem recompensa nem dádivas, diz o Senhor dos exércitos.”

Isaías 45, 1-13

Enfatiza-se que foi Deus que suscitou Ciro, o rei da Pérsia, para derrotar os babilônicos e permitir a volta dos hebreus para sua pátria e reconstruir o Templo de Jerusalém.

o retorno e a reconstrução de Jerusalém

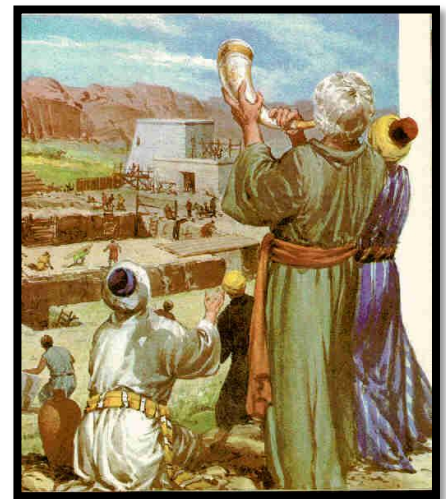
Os dois chefes da primeira caravana de hebreus que retornou à Palestina foram Zorobabel, de sangue real, e o Sumo Sacerdote Josué. Voltaram cerca de 50 mil pessoas, milhares de animais e utensílios para o uso do altar. As tribos reunidas se puseram em marcha sob a direção de seus chefes, entoando cantos sagrados.

O primeiro cuidado do piedoso Zorobabel foi a reconstrução do templo. Contudo, essa obra gerou várias oposições. Os samaritanos, que viviam como pagãos, propuseram a Zorobabel ajudar nas obras. O rei não podia admitir que esses estrangeiros cismáticos fizessem isso e, por isso, disse: “Não foi a vós, mas a nós, que Ciro, o rei dos persas, confiou o cuidado de reconstruir o Templo do Senhor. Por isso trabalharemos sozinhos na sua reedificação”. Isso causou o furor dos samaritanos, os quais através de intrigas conseguiram adiar a reconstrução do Templo e da cidade de Jerusalém.

Depois de 15 anos do regresso, Dario, descendente de Ciro, permitiu que as obras do Templo e da cidade seguissem seu curso. Assim disse o rei persa:

“Ordeno que, a partir de agora, se retirem os tributos e impostos, as importâncias necessárias para a construção do edifício (o templo). Esse dinheiro será entregue aos sacerdotes, assim como as oblações e as vítimas exigidas diariamente pelos holocaustos ao Deus do Céu. Que eles ofereçam sacrifícios e orações pela conservação da vida do rei e dos seus filhos. Eu, o rei, promulguei este decreto. Se alguém ousar violá-lo, arranque-se uma trave da sua casa, erga-se e seja pregado nela e que a sua casa seja arrasada e que o Deus do Céu, cujo nome é glorificado em Jerusalém, extermine todo o povo o chefe do povo que se opuser à reedificação do Templo ou que tentar destruí-lo. Eu, Dario, promulgo este decreto e quero que ele seja fielmente executado”.

Esdra 6, 1-12



Reconstrução do Templo



Para compreender melhor

Zorobabel liderou a primeira caravana de volta à Jerusalém, em 539 a.C. Ele é descendente da Casa de Davi, assim se encontra na árvore genealógica de Jesus.

Ele é mencionado no capítulo 1 do Evangelho segundo São Mateus e no versículo 27 do capítulo 3 do Evangelho segundo São Lucas. Mencionado nos livros de Esdras, Neemias, Ageu, Zacarias e em Crônicas.

O rei Dario viveu mais trinta anos, que foram de paz e de recuperação da colônia judaica. Mas, durante o governo do seu sucessor Assuero, surgiu um período de grande provação para os hebreus, já que Aman, homem diabólico, tramou contra o povo eleito, conseguindo do rei que ordenasse o seu total extermínio. Graças à intervenção da rainha Ester, hebreia e esposa de Assuero, os hebreus não foram aniquilados.

Estudaremos na próxima aula o Grande Império Persa.

Atividades

1. Por que os judeus foram conquistados pelos babilônicos, ou seja, qual foi a causa verdadeira do Exílio da Babilônia?
2. O que motivou Ciro, rei da Pérsia, a libertar os judeus e os permitir o regresso à pátria?



Geografia

Capítulo 17

Fenômenos climáticos

Atmosfera

A origem da palavra ‘atmosfera’ é o latim “*atmo*”, que significa “vapor” ou “névoa”, e “*sphaera*”, que significa “esfera” e “globo”. Dessa maneira, é descrita como uma camada fina de gases que envolve e acompanha a Terra em todos os seus movimentos. É composta por gases que se encontram junto à superfície terrestre, que se tornam rarefeitos e desaparecem com a altitude³⁴. Posto isto, vê-se que a atmosfera é palco dos eventos meteorológicos.

A composição e as condições físicas da atmosfera não são uniformes em toda a sua espessura. Ela se divide em camadas ainda não reconhecidas consensualmente quanto à sua terminologia e número. Mas existem as mais reconhecidas, conforme podemos ver logo abaixo³⁵:

– **Troposfera:** é a camada mais baixa da atmosfera, estendendo-se até mais ou menos 12 km de altitude, a partir da superfície terrestre. Nela, ocorre a maior parte dos fenômenos da atmosfera, podendo ser aéreos (ventos), acústicos (trovão), aquosos (chuva), ópticos (arco-íris) ou elétricos (raios). Aí também se concentram cerca de 75% de todo o vapor d’água e dos aerossóis. A temperatura diminui a uma taxa média de 0,6 °C a cada 100 m, e seu limite superior é denominado tropopausa.

– **Estratosfera:** estende-se da tropopausa até cerca de 50 km de altitude. Nesta camada, a temperatura aumenta com a altitude chegando a 17 °C na estratopausa. Nas altitudes entre 20 e 50 km, há uma forte concentração de ozônio (O₃), especialmente próximo de 25 km, tendo aí uma maior temperatura que chega a 50 °C, em virtude da absorção da radiação ultravioleta do Sol pelo ozônio, que a transforma em energia térmica. Por conseguinte, a estratosfera possui em suas camadas superiores uma fonte de calor, em contraste com a troposfera, que é aquecida principalmente por baixo.

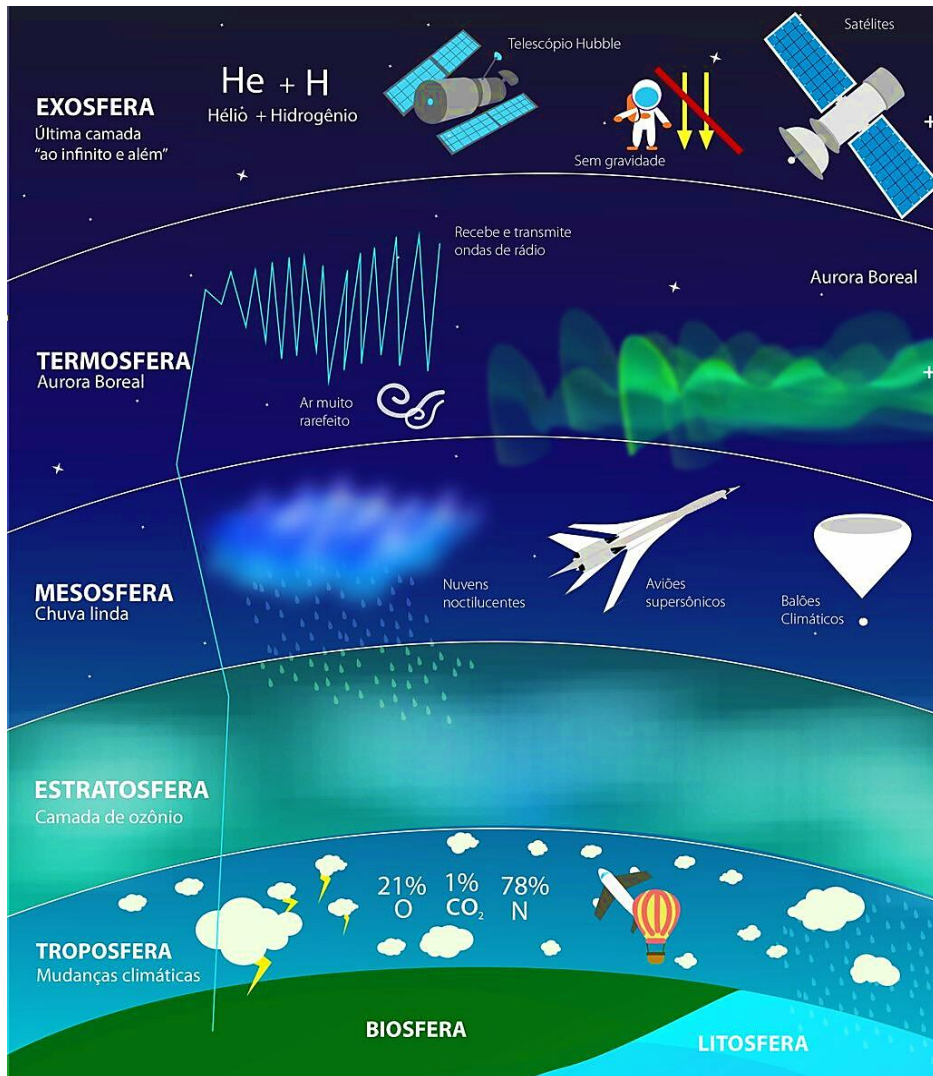
– **Mesosfera:** estende-se da estratopausa até cerca de 80 km de altitude, tendo queda de temperatura de – 3,5 °C por quilômetro. No seu limite superior (mesopausa), observa-se a temperatura mais baixa da atmosfera, cerca de – 90 °C. A mesosfera contém uma pequena parte de ozônio e vapores de sódio, os quais desempenham um importante papel nos fenômenos luminosos da atmosfera, como as auroras.

– **Termosfera:** estende-se da mesopausa até cerca de 500 km de altitude e é bastante rarefeita. Aqui, a atmosfera é muito afetada pelos raios X e pela radiação ultravioleta, o que provoca ionização ou carregamento elétrico. As camadas inferiores da termosfera desempenham um papel muito importante nas transmissões de rádio e televisão, já que refletem ondas de diversos comprimentos emitidas da Terra, o que possibilita sua captação pelas emissoras. Seu limite denomina-se termopausa, local onde a temperatura aumenta com a altitude em razão da absorção da radiação ultravioleta pelo oxigênio atômico.

– **Exosfera:** estende-se da termopausa até cerca de 800 km a 1.000 km de altitude. Predominam os átomos de hidrogênio e hélio (mais leves). Aqui, a atmosfera vai se rarefazendo. A densidade atmosférica é igual à do gás interestelar que a circunda. Ocorrem elevadíssimas temperaturas e grande incidência de poeira cósmica.

³⁴ TORRES, Filipe T. P.; MACHADO, Pedro J. O. **Introdução à climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

³⁵ Evidências provenientes de radiossondas, foguetes e satélites indicam que a atmosfera está estruturada em três camadas relativamente quentes separadas por duas camadas relativamente frias com camadas de transição entre as cinco camadas principais denominadas “pausas”.



Assim sendo, a atmosfera é responsável, entre outras coisas, por manter o equilíbrio térmico do planeta, protegê-lo contra o impacto de meteoros e filtrar os raios ultravioleta. E um dos principais modos de agir e trazer mudanças na paisagem é o **clima**.

Os climas são estudados pela ciência chamada Climatologia, que é responsável pela descrição e classificação dos diferentes tipos de clima, investigando através de satélites, computadores tecnológicos e profissionais especializados, coletando também dados através de estações meteorológicas, para descobrir os fenômenos e influências do clima na natureza e na vida cotidiana do ser humano.

Por esta razão, observa-se a necessidade de apreender os tipos de clima e os fenômenos de influência climática, analisando não só como funcionam, mas também sua influência nas sociedades humanas.

Cores do céu

Antes de prosseguirmos com o estudo do clima, principal agente atmosférico, falemos de algo que muitos se perguntam: por que o céu é azul durante o dia?

Na atmosfera de nosso planeta, há uma enorme quantidade de gases, dos mais diferentes tipos. E, quando os primeiros raios solares do dia se dispersam entre eles, o céu fica com a coloração azulada.

Em outras palavras, a luz solar é emitida na forma de ondas, e cada uma delas tem um tamanho e uma coloração diferente, algumas visíveis a olho nu, outras não. A menor onda de todas é de coloração azul, e a maior vermelha.

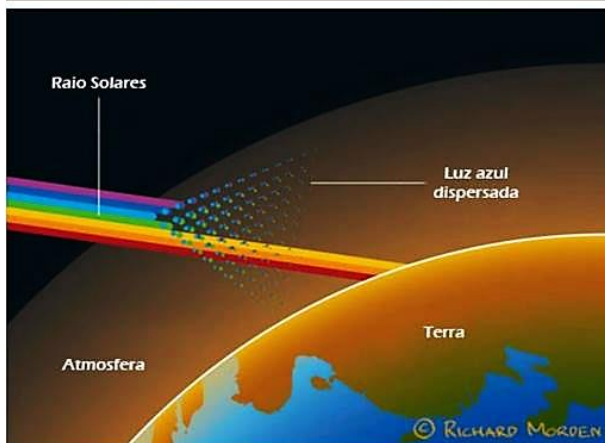
Ao entrarem na atmosfera, as ondas de luz e calor encontram obstáculos em seu caminho, como as pequenas partículas de ar. Quando o alvo onde a luz incide tem um tamanho compatível com seu comprimento de onda, parte da energia da luz é absorvida.

Como os tons de azul têm os menores comprimentos de onda, eles são os únicos compatíveis com essas pequenas partículas de ar, que absorvem essa luz e a rebatem, espalhando o azul para todos os lugares. Por isso o céu é azulado durante o dia.

Quando o Sol está se pondo, passa a iluminar a Terra com um ângulo mais inclinado, fazendo com que a luz tenha de atravessar a atmosfera por uma distância maior. Isso faz com que a fração de azul seja diluída de tal modo que não conseguimos vê-la mais, abrindo espaço para enxergarmos apenas os tons mais vermelhos e róseos, que, por terem um comprimento de onda maior, se espalham menos.



Luz solar atravessa distância maior
(sol e céu avermelhados)



Luz solar atravessa distância menor
(sol branco e céu azulado)



Tempo atmosférico e clima

Quando queremos definir as condições térmicas e pluviométricas de algum local, utilizamos o clima e o tempo atmosférico. Porém existe uma grande confusão quanto ao significado dos dois. Embora se relacionem, não significam a mesma coisa.

Para definir o clima e o tempo atmosférico, deve-se levar em consideração ao menos dois fatores: temperatura e umidade.

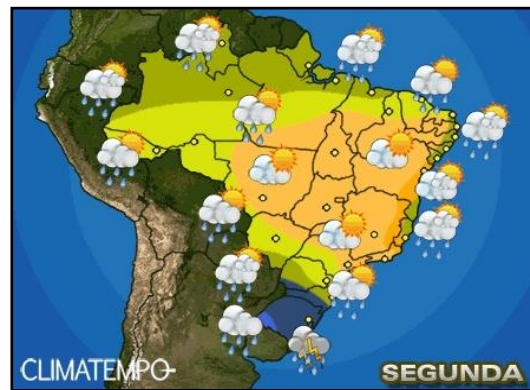
O **tempo atmosférico** se refere às condições específicas de temperatura e umidade de uma região, em um **período curto** (dias ou semanas).

Todos os dias, seja nos jornais televisivos, no celular, no rádio ou no jornal impresso, são anunciadas as **previsões do tempo**. Elas não definem o clima de cada lugar, mas apresentam as condições do tempo atmosférico (temperatura e umidade) de determinada região.

As chances de acerto de uma previsão são de 70% para cinco dias e 95% para as 48 horas que precedem o fenômeno.

O tempo atmosférico pode variar de uma hora para outra, ou de um dia para outro, pela razão de que as massas de ar – grandes bolsões de ar com temperatura, pressão e umidade própria, responsáveis por determinar as condições climáticas do local por onde passam – seguem o movimento dos ventos, e este, por mais que tenha um caminho definido, pode acabar variando seu percurso, ocasionando a variação do tempo atmosférico. Por isso, intitularam “previsão” e não “precisão” do tempo.

A coleta de dados para definir o tempo atmosférico e o clima de cada lugar é feita por meio de satélites especializados em analisar a pressão atmosférica, o movimento dos ventos e das massas de ar, bem como a temperatura e a umidade. Além deles, existem também as estações meteorológicas e os pluviômetros.



Previsão do tempo no Brasil.



O pluviômetro é um aparelho de meteorologia usado para recolher e medir, em milímetros lineares, a quantidade de líquidos precipitados durante determinado tempo em determinado local.



Estação meteorológica. Esses sensores são capazes de registrar a temperatura do ar, a velocidade e direção do vento, a umidade do ar, a radiação solar, a chuva, a pressão atmosférica, entre outras variáveis.

Quando queremos tratar do **clima**, devemos tomar como referência a forma e a frequência como os diferentes tipos de tempo atmosférico ocorrem em um lugar, em um **longo período** (5 a 10 anos). Ou seja, serão observadas as mesmas condições naturais do tempo atmosférico, como a umidade e a temperatura, mas desta vez em um período maior, somando muitos tempos atmosféricos para formar um padrão.

Assim, tanto o tempo atmosférico quanto o clima levam em consideração a temperatura e a umidade em determinada região (cidade, estado, país). O primeiro em um período curto e o segundo em um período longo, fazendo uma média dos tempos atmosféricos registrados. É evidente que existem outros fatores importantes que definem o tempo e o clima, como a pressão do ar, as quatro estações climáticas, entre outros fatores que vão influenciá-los diretamente.

Atividades

1. Por que o céu é azul durante o dia?
2. Qual é a principal diferença entre tempo atmosférico e clima? Quais são os dois elementos que os definem?
3. Classifique as frases abaixo quando se referirem a clima ou a tempo atmosférico.
 - Hoje, choveu o dia inteiro.
 - Esta semana fez sol.
 - Todo ano chove nos meses de janeiro e fevereiro.
 - A chuva e o sol contribuem muito para o crescimento das plantas.

Capítulo 18

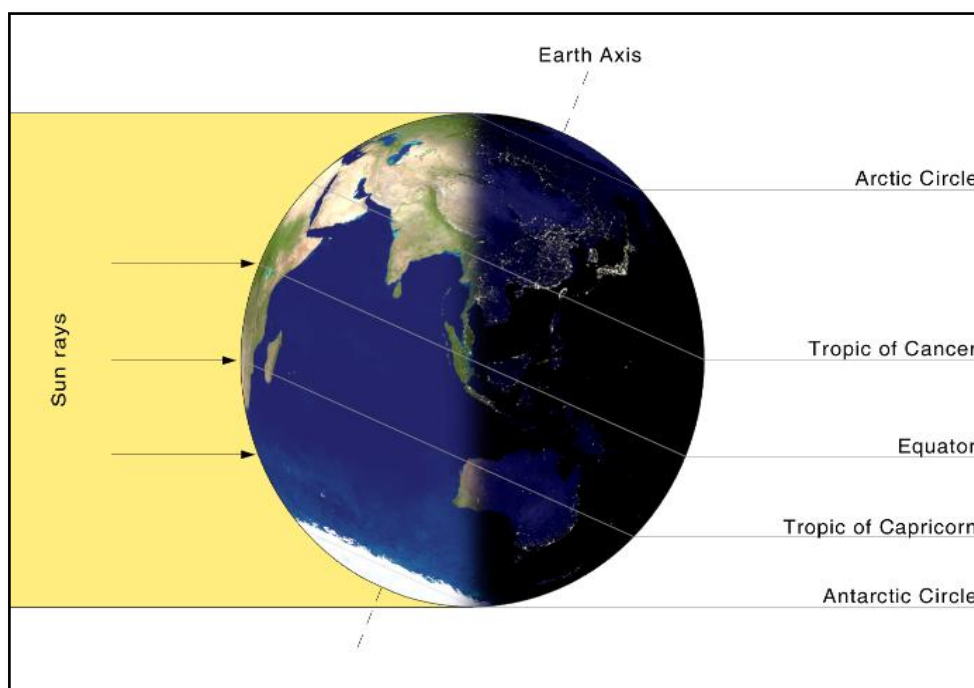
Fatores de influência no clima

Existem diversos fatores que alteram o clima, ora agindo vários ao mesmo tempo, ora apenas um ou outro com maior destaque, mas é importante ressaltar que eles agem sempre em conjunto e por isso não devem ser analisados individualmente sobre uma área de influência.

Latitude

Possui este nome por causa das coordenadas geográficas (latitude e longitude). Desse modo, usando como referência os paralelos, define o grau de incidência dos raios solares, adotando como ponto zero das latitudes a linha do equador.

As regiões próximas a este ponto são as mais quentes, pois, devido à esfericidade da Terra, essa região está mais “próxima” do Sol do que as outras partes do mundo, razão por que recebe maior incidência dos raios solares.



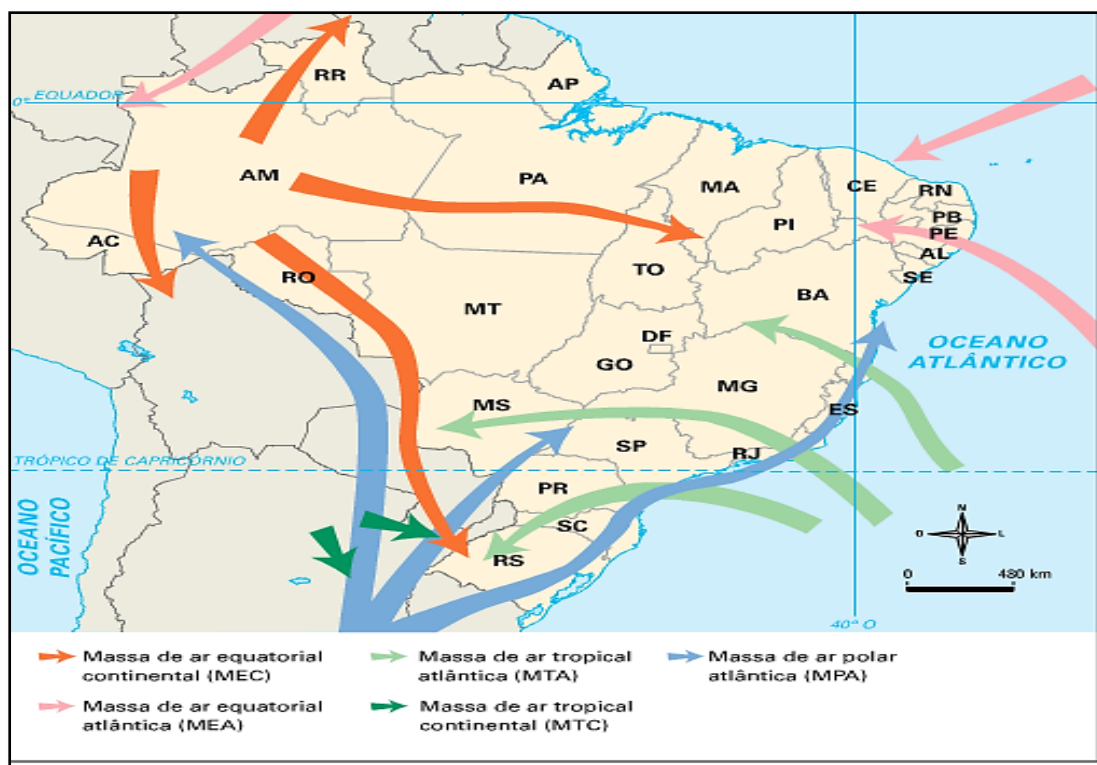
À medida que nos afastamos da linha do equador, ou seja, vamos avançando para latitudes maiores, tanto em direção ao Hemisfério Norte quanto ao Sul, a temperatura vai caindo.

Para entender melhor, façamos uma comparação entre o Brasil e o Canadá, que estão em latitudes bem diferentes. O primeiro está mais próximo da linha do equador, razão por que é mais quente, sendo considerado um país tropical; o segundo está próximo do Polo Norte, ou seja, bem afastado da linha do equador, razão por que possui temperaturas bem mais baixas, sendo que em alguns lugares há decaimento de neve o ano todo, enquanto no Brasil, mesmo na região sul, que é a mais fria do país, a precipitação de neve é bem mais rara.

Massas de ar

As massas de ar são grandes bolsões de ar que apresentam condições internas de temperatura, pressão e umidade específicas do local de onde se originam, mas que podem ir se transformando à medida que passam por lugares com temperatura e umidade diferentes da sua original. Um exemplo é o caso da Massa de Ar Polar Atlântica (MPA – fria e úmida), que se origina no Polo Sul com temperaturas muito baixas e pouca umidade, porém, à medida que percorre a América do Sul, especialmente o litoral brasileiro, vai se aquecendo e mudando suas características iniciais. Mas ainda assim não deixa de influenciar as regiões por onde passa.

Existem dois tipos de massas de ar, as **continentais**, que se originam dentro dos continentes, e as **marítimas**, quando se formam sobre os oceanos. Dentro dessas duas classificações temos vários tipos de massas de ar, como a Massa de Ar Tropical Atlântica (MTA – quente e úmida), a Massa Tropical Continental (MTC – quente e seca), entre muitas outras.

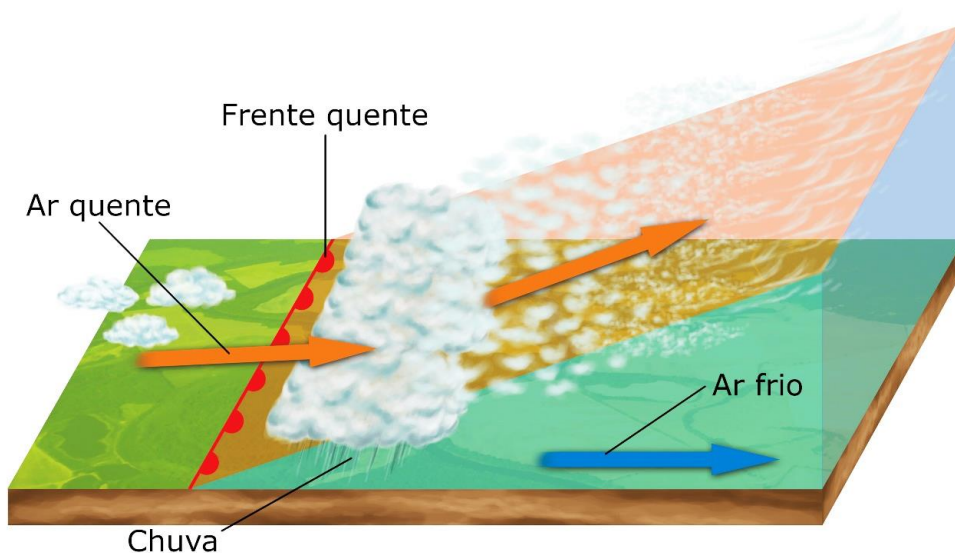


Massas de ar de influência no Brasil.

O encontro entre duas massas de ar de temperaturas diferentes dá origem a uma **frente**, ou seja, a uma área de transição entre duas massas de ar, que podem ser resumidas em dois tipos principais, as frentes quentes e as frias.

A **frente quente** ocorre quando uma massa de ar quente encontra uma massa de ar frio estacionada sobre uma região. Como o ar frio é mais denso que o quente, neste primeiro caso a massa de ar frio permanece no local, porém o ar quente mais leve acaba cobrindo-o, provocando aumento da temperatura e produzindo uma larga faixa de nuvens, com precipitação leve e persistente, às vezes com nevoeiro esparso.

Antes da chegada da frente quente, já ocorre uma ligeira elevação da temperatura, pois as nuvens aumentam localmente o "efeito de estufa" na atmosfera, absorvendo radiação da superfície terrestre e emitindo radiação de volta à superfície.



As frentes quentes ocorrem em menor frequência do que as frentes frias e deslocam-se do equador para os polos.

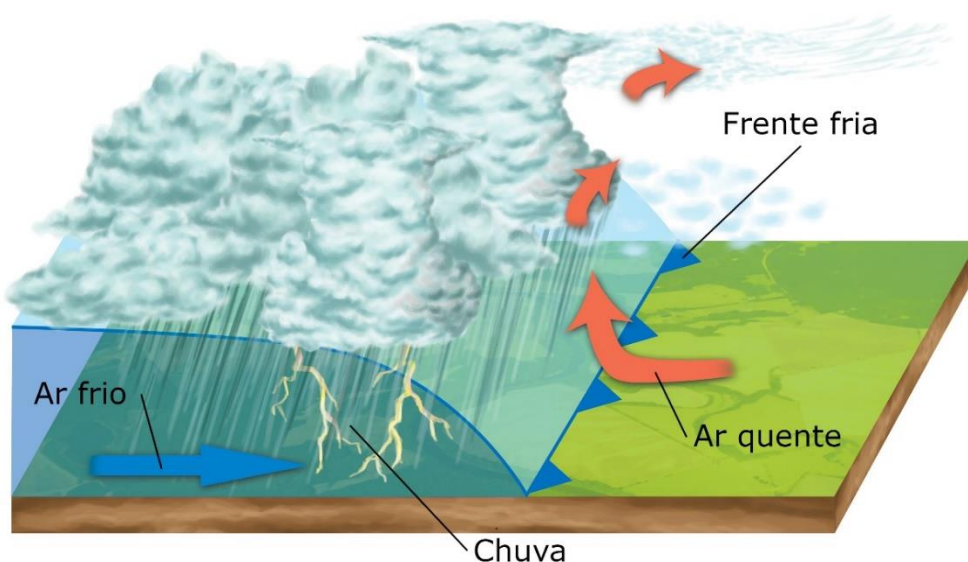
A **frente fria** ocorre quando uma massa de ar frio encontra e empurra uma massa de ar quente, ocorrendo geralmente em regiões de grande contraste térmico. A passagem de uma frente fria dura em média três dias, provocando significativas alterações no tempo.

À medida que uma frente fria comum se aproxima, há aumento de nuvens, chuvas fortes, podendo haver fortes rajadas de vento ou violentas tempestades e forte mudança de temperatura. Com a passagem da frente, há um aumento da pressão atmosférica, uma queda brusca da temperatura, um aumento na força do vento e uma variação na sua direção. Essas alterações são comumente seguidas por um rápido clareamento do tempo, embora algumas nuvens possam persistir por algum tempo.

A queda brusca de temperatura ocorre porque o ar que vem logo atrás da frente fria é mais frio e seco do que o ar contido nela. Por isso, quando uma frente fria passa, as temperaturas podem cair mais de 15 °C em poucas horas.

As frentes frias avançam com uma velocidade média de 10m/s e podem ser previstas com até 15 dias de antecedência.

No Brasil, as frentes frias atingem as regiões Sul e Sudeste o ano inteiro, cerca de três a cinco vezes ao mês.



Altitude

As altas altitudes são consideradas um fator de influência no clima porque, por sua altura, causam algumas diferenciações no clima.

Devido à temperatura e à pressão atmosférica, as moléculas de ar podem se agitar, deixando o ar quente, ou ficar agrupadas, resfriando-o. Desse modo, quanto maior a altitude, menor será a pressão atmosférica, o que faz com que as moléculas de ar fiquem agrupadas e o ar se resfrie e fique denso. Quanto menor a altitude (lugares mais baixos), maior é a pressão atmosférica, resultando na agitação das moléculas de ar de tal modo que elas se espalham e deixam o ar mais quente.

Além disso, as formas de relevo com elevadas altitudes também funcionam como influenciadores no clima, pois agem como **barreira do clima**, ou seja, quando uma massa de ar passa por um relevo alto, este impede que ela passe, obrigando o vento quente e úmido a subir o monte, ocasionando as chamadas chuvas orográficas. Depois, o vento continua sua passagem pelo monte, porém agora sem umidade. É o caso do Planalto da Borborema, na região Nordeste, que segura a umidade vinda do litoral na parte leste, liberando ventos secos para a direção oeste.



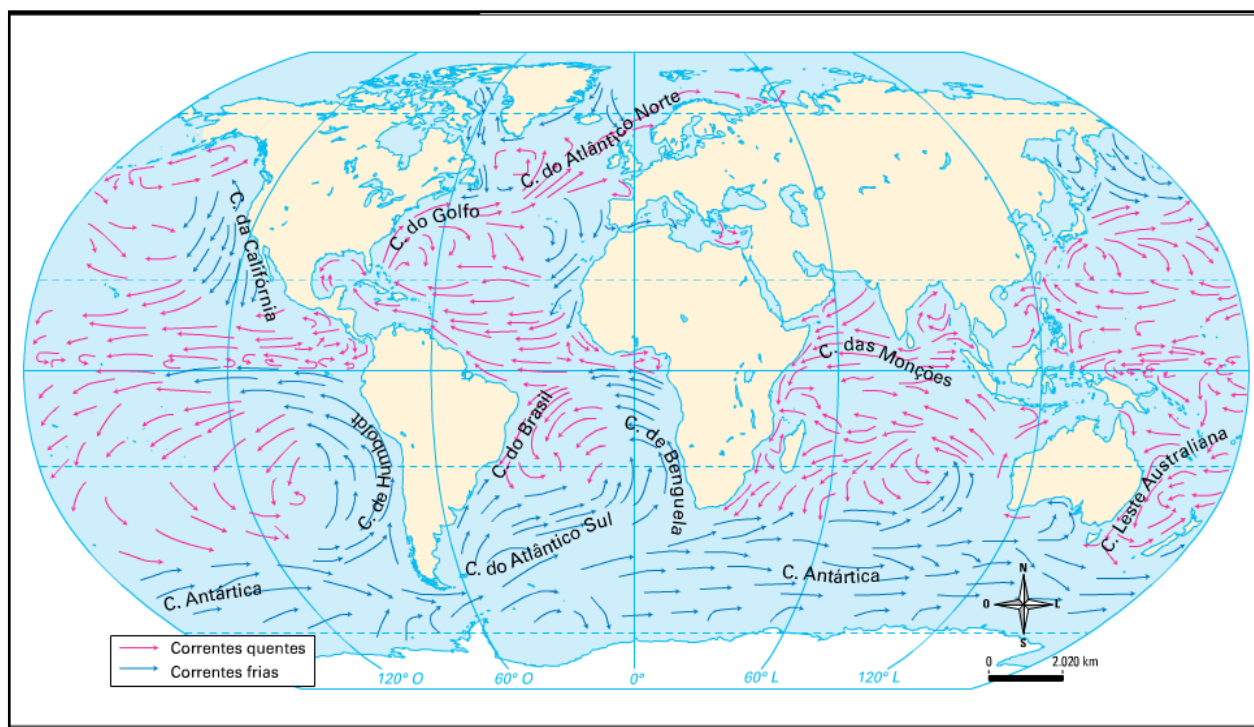
Vegetação

De maneira geral, a vegetação é considerada o espelho do clima, pois, através da evapotranspiração das plantas, há uma diferenciação na quantidade de umidade na região onde elas existem. É o caso da Floresta Amazônica, pois, por causa de sua imensa profusão de vegetais, faz com que a região em que está presente seja mais úmida, sem contar que as altas temperaturas ocasionadas pela proximidade da linha do equador ainda ajudam na fotossíntese das plantas e no seu desenvolvimento. Além disso, os corpos d'água também influenciam nesse processo, já que proporcionam água para as plantas, ao mesmo tempo que são protegidos por elas e ajudam a formar nuvens pela evaporação.

Correntes marítimas

Este tipo de fator de influência no clima funciona como uma espécie de grande correnteza marítima, que percorre sempre o mesmo caminho, com temperaturas específicas que podem alterar as condições climáticas de cada região por onde passa, sobretudo a umidade e a pluviosidade.

Existem as **correntes quentes**, que trazem mais umidade à região pela qual passam, e as **correntes frias**, que por serem mais frias não aumentam a umidade local; pelo contrário, fazem com que ela diminua, podendo até formar desertos, como é o caso do Deserto do Atacama, no Chile. Dessa forma, as correntes quentes e frias não necessariamente trarão alteração na temperatura, mas sim na umidade local.



Planisfério de correntes marítimas.

Continentalidade e Maritimidade

São fatores climáticos ocorridos tanto na superfície terrestre (continentalidade) quanto em corpos d'água (maritimidade), geralmente em mares e oceanos (devido ao tamanho). Ambos estão relacionados com a incidência dos raios solares, a temperatura e a umidade do ar no local em que atuam. Podem funcionar conjuntamente em regiões litorâneas, mas há casos em que a continentalidade ocorre sozinha, em qualquer local mais distante do litoral.

A continentalidade acontece quando os raios solares incidem sobre a superfície terrestre (durante o dia) e, pelo fato de esta apresentar certa solidez e impermeabilidade, acabam refletindo os raios de volta para a atmosfera, fazendo com que o solo não absorva nem acumule calor, a não ser momentaneamente, enquanto houver incidência de raios solares no ambiente ao redor. Esta quantidade de calor refletida faz com que haja muita evaporação de água, resultando na queda de umidade do ar. E quando a incidência solar se encerra e se inicia a noite, como não houve armazenamento de calor por parte da superfície, o ar fica frio e muitas vezes seco.

É evidente que estas condições do ar não dependem somente desse fator climático; existem outros que agirão em conjunto e que podem trazer outras características climáticas ao ambiente.

A maritimidade acontece quando os raios solares são irradiados nos mares e oceanos (durante o dia), sendo absorvidos por estes de forma lenta por meio da difusão (espalhamento do calor pelas águas). E, como o calor vai adentrando a água, ocorre formação concentrada de vapor no ambiente ao redor; assim o ar, nessas condições, fica quente e úmido. Mas, como o ar tende sempre ao equilíbrio, através de trocas de temperatura, ocorrerá, à noite, a troca do ar frio do continente com o ar quente do mar. Porém, quando não

há presença de grandes corpos d'água próximos ao continente, não ocorre a troca, permanecendo o ar frio e seco do continente.

Estações Climáticas

No mundo inteiro existem diversos tipos de clima e grande variedade na ação dos fatores climáticos, mas as estações climáticas se fazem presentes em todos os lugares, independentemente de fatores climáticos e antrópicos, pois possuem data de início e término, mesmo que as características climáticas não correspondam a ela.

Elas são causadas, sobretudo, pela inclinação do eixo terrestre e pelos movimentos de rotação e translação do planeta.

Como sabemos, quatro são as estações do ano: primavera, verão, outono e inverno. Durante o ano, o clima vai variando conforme as estações, e a natureza vai sofrendo transformações.

Ora vemos a beleza das flores, que com seu colorido alegre, caracterizando a primavera; ora é o calor intenso, característico do verão; em outro momento vemos as folhas cair das árvores e certa melancolia tomar conta da natureza, pois é chegado o outono; no inverno a natureza se apresenta cauta e tudo se resfria.

Veja a seguir a tabela com as estações climáticas para o Hemisfério Sul.

Tabela das Estações Climáticas do Brasil (2018)

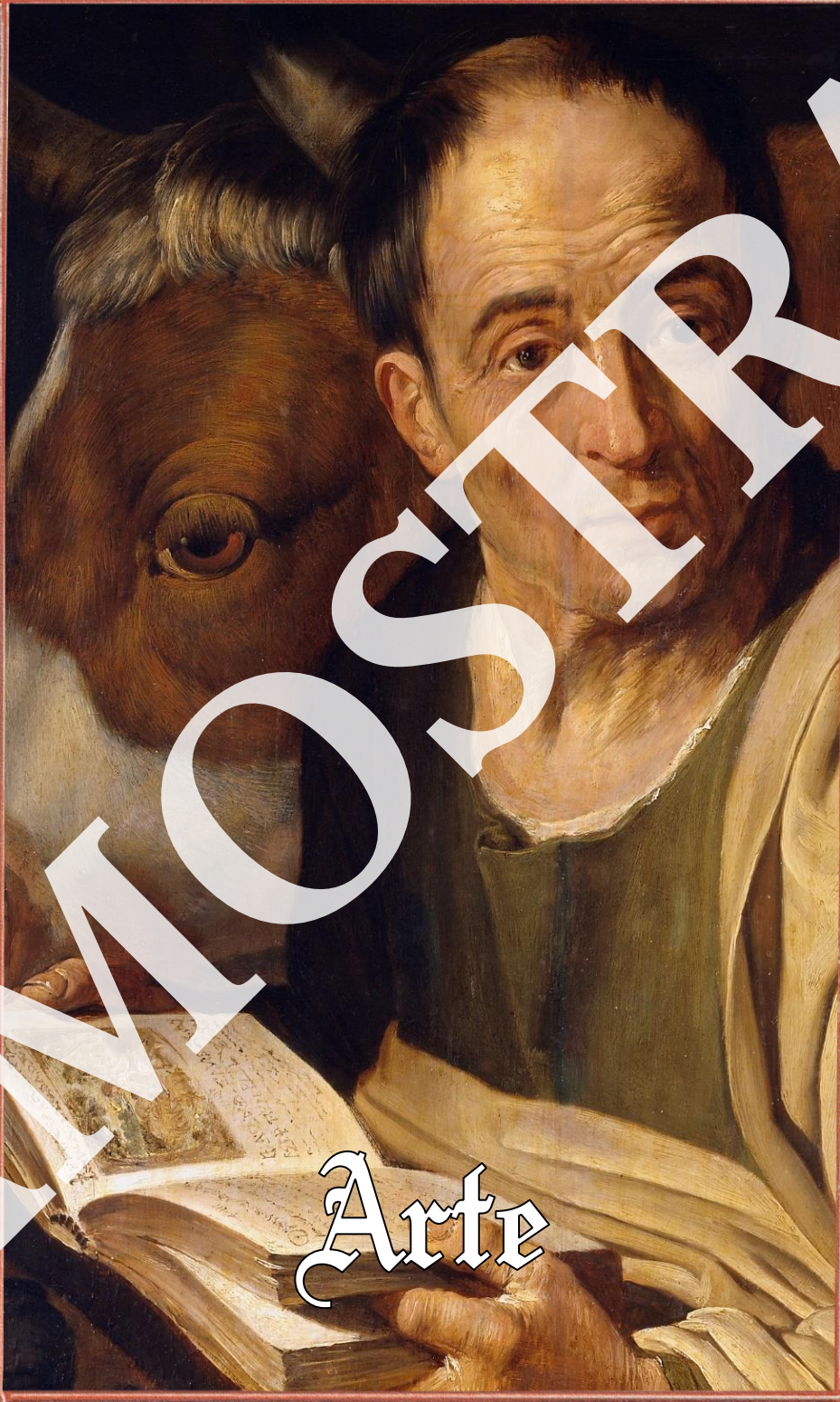
Estação	Data	Condições climáticas
Verão	21/12 a 19/03	Quente e chuvoso
Outono	20/03 a 20/06	Frio e seco – início
Inverno	21/06 a 21/09	Frio e seco
Primavera	22/09 a 20/12	Quente e chuvoso – início

O que torna possível a ocorrência das estações é a inclinação do eixo terrestre, que, ligado ao movimento do planeta e à sua esfericidade, faz com que o Sol incida seus raios diferencialmente em cada região da Terra ao longo do ano, mudando de estação a cada três meses.

A única diferença é a ordem de ocorrência de cada uma, ou seja, no Hemisfério Norte ocorrem em uma sequência totalmente contrária àquela em que ocorrem no Hemisfério Sul, onde está o Brasil.

Atividades

1. Escreva de forma resumida os fatores de influência no clima.
2. Cite as principais características de cada estação climática do ano, colocando suas datas de início e de término.



MEMORIAL

Arte

Introdução



CAMINHO da beleza, é um percurso privilegiado e fascinante para se aproximar do Mistério de Deus. O que é a beleza que escritores, poetas, músicos e artistas contem e traduzem na sua linguagem, a não ser o reflexo do esplendor do Verbo eterno que se fez carne?

Papa Bento XVI

Trecho do texto: As catedrais, da arquitetura românica à gótica, o "background" teológico (Audiência Geral - 18 de novembro de 2009)

Para se criar obras de arte que sejam expressão do belo, na pintura, na escultura, na arquitetura, ou na música, é imprescindível o conhecimento e a utilização de seus elementos formais e expressivos. Contudo, nenhum desses elementos têm significados por si próprios, mas ao serem utilizados dentro do contexto de uma obra, ganham sentido e atribuem valor expressivo ao conjunto. Assim, as texturas utilizadas pelos artistas transmitem diferentes sensações e nos ajudam a compreender o contexto da obra. Nesse sentido, o aspecto que caracteriza cada superfície na natureza nos permite identificá-las e distingui-las umas das outras, atributo que atrai o interesse de artistas empenhados em produções visualmente convincentes. A pintura "Grande moita de grama" de Albrecht Dürer, por exemplo, é considerada uma obra prima, entre os estudos realistas da natureza. Os estudos de Dürer, baseados na observação da natureza, constitui uma fonte documental importantíssima para as pinturas e gravuras que realizou.



*Grande moita de grama, 1503, (em aquarela e guache no papel).
Por Albrecht Dürer. Museu Albertina, Viena, Áustria.*

*"Todas as coisas criadas são sombras, ecos, imagens ou semelhanças de Deus,
que é a Causa Primeira de todas as coisas"*

São Boaventura

Textura

TEXTURA é o aspecto de uma superfície. Propriedade que sentimos quando tocamos ou observamos um objeto. A textura é, portanto, uma sensação visual e/ou tátil que percebemos como lisa, áspera, granulada, rugosa, ondulada, etc.

Tipos de texturas

Texturas naturais: São aquelas que caracterizam o aspecto exterior das formas e coisas existentes na natureza (madeira, rochas, peles, folhas, etc.).

Texturas artificiais: São aquelas que resultam da intervenção humana, através da utilização de materiais e instrumentos devidamente manipulados.

A expressividade nas texturas

A propriedade superficial de um material pode nos transmitir a sensação de que a superfície é macia, rígida, árida, sedosa. Uma textura lisa, por exemplo, pode nos parecer suave, escorregadia, sedosa, fria, tranquila. Já uma textura áspera ou pontiaguda pode parecer agressiva, desagradável ao toque ou causar repulsa. A superfície rugosa passa a sensação de envelhecida, de irregularidade, tristeza, umidade.



Tecido juta.

A superfície macia nos passa a sensação de aconchego, de ser agradável ao toque e de moldar-se facilmente. Note, na imagem de Nossa Senhora com o Menino Jesus, como é possível perceber um conforto no colo de Maria, assim como, a suavidade e maciez dos tecidos, que por sua vez, contribuem para a expressão de carinho, amparo e acolhimento. Já um tecido de fibra e trama irregular, como a juta, nos passa a sensação de rusticidade e aspereza.



A Virgem e o Menino dormindo. Por Sassoferrato. Galeria Nazionale delle Marche, Itália.

A textura na arte

A TEXTURA é um recurso expressivo bastante valioso para que os artistas obtenham respostas emocionais das pessoas que veem seu trabalho. Para isso, fazem uso de quatro tipos básicos de textura: real, simulada, abstrata e inventada.

- **Textura real:** não é uma ilusão criada pelo desenho ou pela pintura. Ela é obtida através do material usado como suporte ou que são incorporados à obra durante a produção (madeira, tecidos, fibras e outros).
- **Textura simulada:** parece “real”, mas na verdade não é. Ela é habilidosamente produzida pelo artista.
- **Textura abstrata:** forma simplificada da textura original. Essa textura pode ser usada para acentuar algumas áreas da composição ou tirar o foco de outras, além de ser um recurso às vezes usado para simplificação da obra.
- **Textura inventada:** surge da imaginação do artista e é empregada para ornamentar ou valorizar áreas da composição.

Para exemplificar, imagine uma pedra real, que pode parecer áspera ou lisa e dura quando tocada. Um pintor para representá-la cria as ilusões dessas qualidades por meio do uso de elementos da arte, como cor, linha e forma. Explorando as propriedades desses elementos juntamente com as características da técnica e do material utilizado na obra, o artista pode simular as mais diversas superfícies. Observe como Benedito Calixto utilizou esses recursos em sua obra.



Paisagem com cruzeiro, 1920. Óleo sobre tela, 40 x 60 cm. Por Benedito Calixto. Pinacoteca Ruben Berta, Porto Alegre.



*A Virgem e o Menino com os Santos Jerônimo, João Batista, Bernardino e Bartolomeu, 1450-1481.
Por Sano di Pietro. Galeria de Arte de Nova Gales do Sul, Austrália.*

A textura criada pelo pintor italiano Sano di Pietro, na obra reproduzida acima, ornamenta e enriquece toda a composição. Note que a textura, representada graficamente, aparece sobre o fundo dourado compondo as auréolas e nos tecidos e galões dos vestuários. O caráter ornamental aparece também nas bordas em torno da pintura, onde podemos observar uma composição com formas orgânicas, não se tratando, portanto, de uma textura, mas, sim, de um padrão ornamental produzido sobre a superfície.



Noli me tangere, 1438. Por Fra Angélico. Museu de São Marcos, Florença, Itália.

Podemos perceber na obra de Fra Angélico que o artista não teve a intenção de simular texturas reais, mas as trabalhou de forma simplificada e de maneira que caracterizam aquilo que representam.

Exercício de Apreciação

As texturas são bastante valorizadas na pintura, no desenho, na gravura, na fotografia ou na escultura, por enriquecerem a expressão e o conteúdo de uma obra, porém, para que sua percepção visual seja eficaz, os efeitos de luz e sombra são essenciais, pois o excesso ou falta de luz podem fazer com que as superfícies não sejam notadas.

Observe atentamente a imagem abaixo notando as superfícies representadas na obra. Perceba os efeitos de luz e sombra, a forma como foi trabalhada as tonalidades, o volume sugerido e se as superfícies parecem opacas ou brilhantes. Depois, analise a sensação que cada superfície lhe passa: macia, áspera, dura, fria, rígida, seca, úmida, escorregadia, nova, envelhecida, agradável, repugnante



Bananas e metal, c. 1900. Por Pedro Alexandrino. Pinacoteca do Estado de São Paulo.

Textura e espaço

A TEXTURA também pode ajudar a definir o espaço. Quando as texturas parecem fora de foco e não possuem contraste forte, elas fazem os objetos parecerem distantes, mas se forem nítidas e tiverem contrastes fortes, os objetos parecem mais próximos, com isso, o caráter da textura muda conforme a distância do objeto observado, ou seja, as características e as formas parecem menos detalhadas à medida que se afastam do plano do observador.

Observe atentamente a imagem abaixo, procurando detectar as características citadas acima. Para melhor resultado, compare a representação dos elementos no plano próximo ao observador em relação à representação em planos distantes.



Orquídea e Beija-flor perto de uma cachoeira na montanha, 1902. Por Martin Johnson Heade. Coleção Carmen Thyssen-Bornemisza emprestada ao Museu Nacional Thyssen-Bornemisza, Madri, Espanha.

Comparação entre imagens

O intuito desta comparação é aguçar a percepção de texturas e as sensações que nos transmitem. Inicie observando e comparando os ambientes em que as figuras estão inseridas. Perceba se as sensações que passam são agradáveis, austeras, acolhedoras, rudes, sombrias, etc.



https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Accademia_-_Saint_Anthony_abbot_and_saint_Paul_hermit_by_Giovanni_Girolamo_Savoldo_cat328.jpg

*Antônio o Grande e Paulo de Tebas, 1515. Por Giovanni Girolamo Savoldo.
Gallerie dell'Accademia, Veneza, Itália.*

As figuras, nessas imagens, foram representadas com vestuários diversificados que as caracterizam e transmitem sensações como peso, leveza, simplicidade, sofisticação. Observe o tecido que envolve cada personagem analisando seu aspecto e expressividade.

Que aparência tem o vestuário das personagens representadas nessas obras? São simples? Luxuosos? Novos? Desgastados? Que sensação lhe transmitem esses tecidos? São lisos, aveludados, leves, pesados, macios, rústicos, sedosos, ásperos? Pelo vestuário, é possível perceber alguma hierarquia?



*Cônego Bernardino Salviati e três Santos (São Martin, São Donato e São Donatian), 1502-06.
Por Gerard David. Galeria Nacional, Londres.*



Do desenho à pintura

Confronte o aspecto das texturas utilizadas por Albrecht Dürer no desenho e na pintura que realizou. A pintura caracteriza-se pelo uso de pigmentos em forma pastosa, líquida ou em pó, enquanto o desenho apropria-se principalmente de materiais secos.

Note que no desenho a textura é produzida por traços, linhas, pontos e manchas, enquanto que na pintura é produzida por pinceladas, valores tonais, efeitos de luz e sombra, densidades e transparências.

Estudo realizado em 1521 por Albrecht Dürer. Museu Albertina, Viena, Áustria.

Para a pintura de São Jerônimo, Dürer utilizou como modelo um homem de Antuérpia com 93 anos de idade, cujo desenho do retrato original foi transformado, ao longo de quatro outros desenhos, O painel, por ele pintado, deve grande parte do seu impacto ao crânio retratado no canto inferior direito com pormenores muito realistas: um símbolo do ascetismo e da mortificação da carne. **O crânio aparece em muitas pinturas como uma referência ao "Memento Mori",** que significa "Lembre-se que você deve morrer", sendo, portanto, uma referência a nossa fragilidade e do julgamento que seguirá nossa morte.



São Jerônimo, 1521. Por Albrecht Dürer. Museu Nacional de Arte Antiga, Lisboa, Portugal.