

ENEM

EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

TEORIA E EXERCÍCIOS



NV-011MR-24-ENEM-2024
Cód.:

Amostra grátis da apostila do ENEM. Para adquirir o material completo, acesse www.novaconcursos.com.br.

SUMÁRIO

LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS	37
LÍNGUA PORTUGUESA.....	39
■ USO DA LINGUAGEM	39
NORMA CULTA E VARIAÇÃO LINGUÍSTICA.....	39
FUNÇÕES DA LINGUAGEM	40
FIGURAS DE LINGUAGEM	40
CONOTAÇÃO E DENOTAÇÃO	44
■ MORFOLOGIA	48
ESTRUTURA DAS PALAVRAS	48
PROCESSO DE FORMAÇÃO DAS PALAVRAS	50
PROCESSOS DE DERIVAÇÃO	50
LISTA DE RADICAIS E PREFIXOS.....	51
ARTIGOS.....	52
NUMERAIS.....	52
SUBSTANTIVOS.....	53
ADJETIVOS	54
ADVÉRBIOS	56
PRONOMES	58
VERBOS	61
PREPOSIÇÕES	66
CONJUNÇÕES.....	67
INTERJEIÇÕES.....	68
■ SINTAXE.....	69
CONCEITOS BÁSICOS DA SINTAXE	69
PERÍODO SIMPLES – OS TERMOS DA ORAÇÃO	69
TERMOS ESSENCIAIS DA ORAÇÃO.....	69
TERMOS INTEGRANTES DA ORAÇÃO.....	72

TERMOS ACESSÓRIOS DA ORAÇÃO	73
PERÍODO COMPOSTO	75
Período Composto por Coordenação	75
Período Composto por Subordinação	76
REGÊNCIA	79
CONCORDÂNCIA	82
Concordância Verbal	82
Casos Especiais de Concordância Verbal	84
Concordância Nominal	85
PLURAL DE COMPOSTOS	86
FUNÇÕES DO SE.....	87
FUNÇÕES DO QUE.....	88
FUNÇÕES DO “SEM QUE”	88
■ CONSTRUÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE TEXTO	89
COESÃO	89
COERÊNCIA	90
COMO PRODUZIR UM TEXTO COESO E COM COERÊNCIA TEXTUAL?	90
COESÃO REFERENCIAL.....	90
COESÃO SEQUENCIAL	93
COESÃO RECORRENCIAL	93
■ SEQUÊNCIA DISCURSIVA E GÊNEROS TEXTUAIS	95
MODO DE ORGANIZAÇÃO DA COMPOSIÇÃO TEXTUAL	95
ATIVIDADES DE PRODUÇÃO ESCRITA E LEITURA DE TEXTOS GERADOS NAS DIFERENTES ESFERAS SOCIAIS: PÚBLICAS E PRIVADAS	99
NOTÍCIA.....	100
REPORTAGEM.....	100
ARTIGO DE OPINIÃO.....	101
EDITORIAL.....	102
CRÔNICA	102
■ TEXTO ARGUMENTATIVO, SEUS GÊNEROS E RECURSOS LINGÜÍSTICOS	111
ARTIGO DE OPINIÃO	111

DISSERTAÇÃO	111
RESENHA CRÍTICA	111
ANÚNCIO PUBLICITÁRIO	111
CARTA DE RECLAMAÇÃO OU DE SOLICITAÇÃO	111
ORGANIZAÇÃO E PROGRESSÃO TEXTUAL	111
TIPOS DE ARGUMENTAÇÃO/ESTRATÉGIAS ARGUMENTATIVAS	112
■ GÊNEROS DIGITAIS	116
O QUE SÃO GÊNEROS DIGITAIS?.....	116
CARACTERÍSTICAS DOS GÊNEROS DIGITAIS.....	117
COMO OS GÊNEROS DIGITAIS SÃO ABORDADOS NA PROVA DO ENEM?	117
PRINCIPAIS GÊNEROS DIGITAIS E SUAS CARACTERÍSTICAS	117
A FUNÇÃO SOCIAL DAS NOVAS TECNOLOGIAS.....	118
■ LITERATURA	119
PRODUÇÃO LITERÁRIA E PROCESSO SOCIAL.....	119
PROCESSOS DE FORMAÇÃO LITERÁRIA E FORMAÇÃO NACIONAL.....	120
PRODUÇÃO DE TEXTOS LITERÁRIOS, SUA RECEPÇÃO E A CONSTITUIÇÃO DO PATRIMÔNIO LITERÁRIO NACIONAL	121
PROCEDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO E RECEPÇÃO DE TEXTOS	121
RELAÇÕES ENTRE A DIALÉTICA COSMOPOLITISMO/LOCALISMO E A PRODUÇÃO LITERÁRIA NACIONAL	121
ELEMENTOS DE CONTINUIDADE E RUPTURA ENTRE OS DIVERSOS MOMENTOS DA LITERATURA BRASILEIRA	121
AS PECULIARIDADES DA REPRESENTAÇÃO LITERÁRIA: NATUREZA, FUNÇÃO, ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURA DO TEXTO LITERÁRIO	131
RELAÇÕES ENTRE LITERATURA, OUTRAS ARTES E OUTROS SABERES.....	132
LÍNGUA ESPANHOLA.....	137
■ INTRODUÇÃO À LÍNGUA ESPANHOLA	137
ESTRUTURA DAS QUESTÕES	137
LEITURA E INTERPRETAÇÃO DE TEXTOS	137
Notícias.....	137
Tirinhas/Histórias em Quadrinhos.....	137
ANÚNCIOS PUBLICITÁRIOS.....	138

CONTOS/ FÁBULAS	138
ASPECTOS GRAMATICAIS	139
Artigos	139
Pronomes Pessoais	139
Conjunções	139
Advérbios	140
Verbos	140
VOCABULÁRIO	142
Dias da Semana	142
Heterossemânticos	143

EDUCAÇÃO FÍSICA.....147

■ COMPREENDER E USAR A LINGUAGEM CORPORAL COMO RELEVANTE PARA A PRÓPRIA VIDA, INTEGRADORA SOCIAL E FORMADORA DE IDENTIDADE..... 147

RECONHECER AS MANIFESTAÇÕES CORPORAIS DE MOVIMENTO COMO ORIGINÁRIAS DE NECESSIDADES COTIDIANAS DE UM GRUPO SOCIAL.....147

RECONHECER A LINGUAGEM CORPORAL COMO MEIO DE INTERAÇÃO SOCIAL, CONSIDERANDO OS LIMITES DE DESEMPENHO E AS ALTERNATIVAS DE ADAPTAÇÃO PARA DIFERENTES INDIVÍDUOS.....149

■ RECONHECER A NECESSIDADE DE TRANSFORMAÇÃO DE HÁBITOS CORPORAIS EM FUNÇÃO DAS NECESSIDADES CINESTÉSICAS 151

ARTES.....153

■ COMPREENDER A ARTE COMO SABER CULTURAL E ESTÉTICO GERADOR DE SIGNIFICAÇÃO E INTEGRADOR DA ORGANIZAÇÃO DO MUNDO E DA PRÓPRIA IDENTIDADE..... 153

RECONHECER DIFERENTES FUNÇÕES DA ARTE, DO TRABALHO DA PRODUÇÃO DOS ARTISTAS EM SEUS MEIOS CULTURAIS.....153

ANALISAR AS DIVERSAS PRODUÇÕES ARTÍSTICAS COMO MEIO DE EXPLICAR DIFERENTES CULTURAS, PADRÕES DE BELEZA E PRECONCEITOS157

RECONHECER O VALOR DA DIVERSIDADE ARTÍSTICA E DAS INTER-RELAÇÕES DE ELEMENTOS QUE SE APRESENTAM NAS MANIFESTAÇÕES DE VÁRIOS GRUPOS SOCIAIS E ÉTNICOS.....158

LÍNGUA INGLESA165

■ INTRODUÇÃO À LÍNGUA INGLESA..... 165

ESTRUTURA DAS QUESTÕES165

LEITURA E INTERPRETAÇÃO DE TEXTOS165

PRINCIPAIS TÉCNICAS DE LEITURA PARA A LÍNGUA INGLESA.....	165
GÊNEROS TEXTUAIS	166
ASPECTOS GRAMATICAIS	167
TEMPOS VERBAIS	174
VOCABULÁRIO	177
MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS.....	183
MATEMÁTICA	185
■ CONHECIMENTOS NUMÉRICOS	185
OPERAÇÕES EM CONJUNTOS NUMÉRICOS: NÚMEROS NATURAIS	185
NÚMEROS INTEIROS.....	185
Operações com Números Inteiros.....	186
Adição	186
Subtração.....	186
Multiplicação	186
Divisão	186
NÚMEROS RACIONAIS.....	187
Representação Fracionária e Decimal	187
Operações e Propriedades dos Números Racionais.....	187
NÚMEROS REAIS	188
Operações e Propriedades dos Números Reais.....	188
DESIGUALDADES.....	188
Propriedades da Desigualdade.....	188
DIVISIBILIDADE.....	188
Divisibilidade por 2.....	188
Divisibilidade por 3.....	188
Divisibilidade por 4.....	188
Divisibilidade por 5.....	188
Divisibilidade por 6.....	188
Divisibilidade por 7.....	189
Divisibilidade por 8.....	189
Divisibilidade por 9.....	189
Divisibilidade por 10.....	189

FATORAÇÃO	189
Fatoração com Menor Número Primo.....	189
Fatoração por Fator Comum em Evidência.....	189
Fatoração por Agrupamento de Termos Semelhantes	189
REGRA DE TRÊS SIMPLES E COMPOSTA	189
Regra de Três Simples	189
Regra de Três Composta.....	190
RAZÕES E PROPORÇÕES	191
Propriedade das Proporções	191
Regra da Sociedade	192
PORCENTAGEM E JUROS	193
Porcentagem	193
Número Relativo.....	193
Soma e Subtração de Porcentagem.....	193
Juros Simples.....	194
Fórmulas Utilizadas em Juros Simples	194
Taxas Proporcionais e Equivalentes	194
Juros Compostos	194
Fórmula Utilizada em Juros Compostos	195
Cálculo do Prazo	195
RELAÇÕES DE DEPENDÊNCIA ENTRE GRANDEZAS	195
Sistema de Unidades de Medidas	195
Medidas de Comprimento.....	195
Medidas de Área (Superfície).....	195
Medidas de Volume (Capacidade).....	196
Medidas de Tempo	196
Medidas de Ângulo.....	196
SEQUÊNCIAS E PROGRESSÕES	196
Sequências Numéricas	196
Sequências Numéricas Alternadas	196
Progressão Aritmética	196
Termo Geral da PA.....	197
Soma do Primeiro ao "n-ésimo" Termo da PA.....	197
Progressão Geométrica	197
Termo Geral da PG	197
Soma do Primeiro ao "n-ésimo" Termo da PG	198
Soma dos Infinitos Termos de uma Progressão Geométrica.....	198

PRINCÍPIOS DE CONTAGEM	198
Fatorial	198
Princípio Multiplicativo e Aditivo da Contagem.....	198
ARRANJOS, PERMUTAÇÕES E COMBINAÇÕES.....	201
Arranjo Simples	201
Arranjo com Repetição.....	201
Permutação	201
Combinações.....	201
BINÔMIO DE NEWTON.....	202
Termo Geral	202
■ CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS	217
CARACTERÍSTICAS DAS FIGURAS GEOMÉTRICAS PLANAS E ESPACIAIS	217
Polígonos.....	217
UTILIZAÇÃO DE ESCALAS	217
COMPRIMENTOS, ÁREAS E VOLUMES	218
Retângulo.....	218
Área do Retângulo.....	218
Quadrado	218
Trapézio	219
Losango	219
Paralelogramo	219
Triângulo	219
Pentágono Regular.....	220
Hexágono Regular.....	220
Círculo.....	220
Poliedros.....	221
Ângulos.....	224
POSIÇÕES DE RETAS.....	226
Posições Relativas Entre Duas Retas	226
Posições Relativas Entre Dois Planos.....	227
Posições Relativas Entre Reta e Plano.....	227
Perpendicularidade Entre Duas Retas, Dois Planos e Entre Reta e Plano	227
Razão Entre Segmentos de Reta	228
Feixe de Retas Paralelas	228
SIMETRIAS DE FIGURAS PLANAS OU ESPACIAIS.....	228

Simetria de Figuras Planas.....	228
Simetria de Figuras Espaciais	228
CONGRUÊNCIA E SEMELHANÇA DE TRIÂNGULOS	229
TEOREMA DE TALES.....	229
RELAÇÕES MÉTRICAS NOS TRIÂNGULOS	229
TRIGONOMETRIA DO ÂNGULO AGUDO	230
RELAÇÕES MÉTRICAS	231
■ CONHECIMENTOS DE ESTATÍSTICA E PROBABILIDADE	245
REPRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS.....	245
Tabelas.....	245
Gráficos Estatísticos	246
DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIAS.....	247
MEDIDAS DE TENDÊNCIA CENTRAL	248
Médias.....	248
DESVIOS E VARIÂNCIA	249
Desvio	249
Desvio Absoluto Médio	249
Variância	249
Desvio Padrão	249
Coeficiente de Variação	250
Variância Relativa.....	250
NOÇÕES DE PROBABILIDADE.....	250
Conceito.....	250
Espaço Amostral e Evento	250
Probabilidade de um Evento Qualquer.....	250
Eventos Independentes.....	250
Probabilidade Condicional.....	251
Probabilidade da União de Dois Eventos	251
Probabilidade da Interseção de Dois Eventos	251
■ CONHECIMENTOS ALGÉBRICOS	259
EQUAÇÕES E INEQUAÇÕES	259
Equação do Primeiro Grau	259
Inequação do Primeiro Grau	259
Equação do Segundo Grau	260

Cálculo das Raízes da Equação.....	260
Soma e Produto das Raízes.....	260
GRÁFICOS E FUNÇÕES.....	260
Funções.....	260
Domínio, Contradomínio e Imagem.....	261
Função Injetora, Sobrejetora e Bijetora.....	261
Representação de uma Função Lei de Formação	262
Funções Inversas	262
Funções Compostas	262
Funções Pares e Ímpares.....	262
FUNÇÕES ALGÉBRICAS DO 1º E DO 2º GRAUS	263
Função Afim ou Função do 1º Grau	263
Raiz de uma Função Afim	263
Funções de 2º Grau ou Funções Quadráticas	264
Cálculo das Raízes da Função Quadrática	264
Pontos de Máximo ou Mínimo.....	265
FUNÇÕES POLINOMIAIS	265
Operações Polinomiais	265
Gráfico da Função Polinomial.....	266
FUNÇÕES RACIONAIS	267
FUNÇÕES EXPONENCIAIS	267
FUNÇÕES LOGARÍTMICAS.....	268
FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS	268
Função Seno.....	268
Função Cosseno.....	270
Função Tangente.....	272
RELAÇÕES NO CICLO TRIGONOMÉTRICO E FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS	274
Ciclo Trigonométrico.....	274
Arco Trigonométrico.....	274
REDUÇÃO	274
Redução ao 1º Quadrante.....	274
Macete de Memorização dos Ângulos Notáveis	275
■ CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS E MATRICIAIS	279
SISTEMA DE EQUAÇÕES.....	279

Sistemas de Equações de Primeiro Grau (Sistemas Lineares)	279
Sistemas de Equações do 2º Grau	280
MATRIZES	280
Igualdade de Matrizes	281
Adição de Matrizes	281
Subtração de Matrizes	281
Multiplicação de um Número Real por Matrizes	282
Multiplicação de Matrizes	282
Determinantes	282
PLANO CARTESIANO	283
Distância Entre Dois Pontos	283
Ponto Médio de um Segmento e Condições de Alinhamento de Três Pontos	283
RETA	283
Equação Geral e Reduzida	283
Interseção de Retas	284
Paralelismo e Perpendicularidade	284
Ângulo Entre Duas Retas	285
Distância Entre Ponto e Reta e Distância Entre Duas Retas	285
Bissetrizes do Ângulo Entre Duas Retas	285
Área de um Triângulo e Inequações do Primeiro Grau com Duas Variáveis	286
Estudo do Sinal de uma Função	286
CIRCUNFERÊNCIA	286
Equação Geral e Reduzida	286
Posições Relativas Entre Ponto e Circunferência	287
Reta e Circunferência e Duas Circunferências	287
Problemas de Tangência	289
Equações e Inequações do Segundo Grau com Duas Variáveis	290
CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS	297
HISTÓRIA	299
■ DIVERSIDADE CULTURAL, CONFLITOS EM SOCIEDADE E VIDA EM SOCIEDADE	299
CULTURA MATERIAL E IMATERIAL	299
PATRIMÔNIO E DIVERSIDADE CULTURAL NO BRASIL	299
A CONQUISTA DA AMÉRICA	300

CONFLITOS ENTRE EUROPEUS E INDÍGENAS NA AMÉRICA COLONIAL	302
A ESCRAVIDÃO E FORMAS DE RESISTÊNCIA INDÍGENA E AFRICANA NA AMÉRICA	302
HISTÓRIA CULTURAL DOS POVOS AFRICANOS	303
A LUTA DOS NEGROS NO BRASIL E O NEGRO NA FORMAÇÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA	303
HISTÓRIA DOS POVOS INDÍGENAS E A FORMAÇÃO SOCIOCULTURAL BRASILEIRA	304

FORMAS DE ORGANIZAÇÃO SOCIAL, MOVIMENTOS SOCIAIS, PENSAMENTO POLÍTICO E AÇÃO DO ESTADO

FORMAS DE ORGANIZAÇÃO SOCIAL, MOVIMENTOS SOCIAIS, PENSAMENTO POLÍTICO E AÇÃO DO ESTADO	307
CIDADANIA E DEMOCRACIA NA ANTIGUIDADE	307
ESTADO E DIREITOS DO CIDADÃO A PARTIR DA IDADE MODERNA.....	308
DEMOCRACIA DIRETA, INDIRETA E REPRESENTATIVA	310
AS REVOLUÇÕES SOCIAIS E POLÍTICAS NA EUROPA MODERNA.....	310
FORMAÇÃO TERRITORIAL BRASILEIRA.....	311
AS REGIÕES BRASILEIRAS	312
POLÍTICAS DE REORDENAMENTO TERRITORIAL.....	313
AS LUTAS PELA CONQUISTA DA INDEPENDÊNCIA POLÍTICA DAS COLÔNIAS DA AMÉRICA.....	313
GRUPOS SOCIAIS EM CONFLITO NO BRASIL IMPERIAL E A CONSTRUÇÃO DA NAÇÃO.....	313
O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO LIBERAL NA SOCIEDADE CAPITALISTA E SEUS CRÍTICOS NOS SÉCULOS XIX E XX.....	314
POLÍTICAS DE COLONIZAÇÃO, MIGRAÇÃO, IMIGRAÇÃO E EMIGRAÇÃO NO BRASIL NOS SÉCULOS XIX E XX.....	315
A ATUAÇÃO DOS GRUPOS SOCIAIS E OS GRANDES PROCESSOS REVOLUCIONÁRIOS DO SÉCULO XX.....	315
Revolução Bolchevique.....	315
Revolução Chinesa.....	316
Revolução Cubana.....	316
GEOPOLÍTICA E CONFLITOS ENTRE OS SÉCULOS XIX E XX.....	317
OS SISTEMAS TOTALITÁRIOS NA EUROPA DO SÉCULO XX	319
DITADURAS POLÍTICAS NA AMÉRICA LATINA.....	320
CONFLITOS POLÍTICO-CULTURAIS PÓS-GUERRA FRIA, REORGANIZAÇÃO POLÍTICA INTERNACIONAL E OS ORGANISMOS MULTILATERAIS NOS SÉCULOS XX E XXI.....	322
A LUTA PELA CONQUISTA DE DIREITOS PELOS CIDADÃOS: DIREITOS CIVIS, HUMANOS, POLÍTICOS E SOCIAIS.....	325
DIREITOS SOCIAIS NAS CONSTITUIÇÕES BRASILEIRAS	325
POLÍTICAS AFIRMATIVAS	326

VIDA URBANA: REDES E HIERARQUIA NAS CIDADES, POBREZA E SEGREGAÇÃO ESPACIAL	327
■ CARACTERÍSTICAS E TRANSFORMAÇÕES DAS ESTRUTURAS PRODUTIVAS	332
DIFERENTES FORMAS DE ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO	332
A ECONOMIA AGROEXPORTADORA BRASILEIRA	334
A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: CRIAÇÃO DO SISTEMA DE FÁBRICA NA EUROPA E TRANSFORMAÇÕES NO PROCESSO DE PRODUÇÃO	336
FORMAÇÃO DO ESPAÇO URBANO INDUSTRIAL.....	336
TRANSFORMAÇÕES NA ESTRUTURA PRODUTIVA NO SÉCULO XX: O FORDISMO, O TOYOTISMO, AS NOVAS TÉCNICAS DE PRODUÇÃO E SEUS IMPACTOS.....	337
A INDUSTRIALIZAÇÃO BRASILEIRA, A URBANIZAÇÃO E AS TRANSFORMAÇÕES SOCIAIS E TRABALHISTAS	337
SOCIOLOGIA	343
■ CONCEITOS BÁSICOS DE SOCIOLOGIA.....	343
SOCIOLOGIA CONTEMPORÂNEA.....	343
CIDADANIA.....	343
CULTURA E EDUCAÇÃO.....	344
POLÍTICA, PODER E ESTADO	345
DEMOCRACIA	345
CAPITALISMO.....	345
KARL MARX.....	346
ECONOMIA E SOCIEDADE.....	347
INDÚSTRIA CULTURAL.....	347
MAX WEBER.....	348
ÉMILE DURKHEIM.....	349
O MUNDO GLOBALIZADO	349
GÊNERO.....	350
INTERSECCIONALIDADE.....	350
MEIO AMBIENTE.....	351
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	351
MOVIMENTOS SOCIAIS	351
RACISMO.....	352

FILOSOFIA	359
■ O SURGIMENTO DA FILOSOFIA	359
PENSAMENTO FILOSÓFICO.....	359
■ ALGUNS TEMAS DA FILOSOFIA	359
ÉTICA.....	359
ESTÉTICA.....	360
LÓGICA	360
■ FILOSOFIA ANTIGA.....	360
PRÉ-SOCRÁTICOS	360
Tales de Mileto (624–548 a.C.)	361
Anaximandro (610–545 a.C.).....	361
Heráclito (544–484 a.C.).....	361
Empédocles (495–430 a. C.)	361
ESCOLA SOFÍSTICA.....	361
Sócrates (469–399 a.C.).....	362
ARISTÓTELES E A ESCOLA HELENÍSTICA	362
■ FILOSOFIA MEDIEVAL	363
PATRÍSTICA	363
ESCOLÁSTICA.....	364
■ FILOSOFIA MODERNA	364
RACIONALISMO MODERNO.....	364
René Descartes (1596–1650).....	364
Baruch Spinoza (1632–1677).....	365
EMPIRISMO.....	365
IDEALISMO ALEMÃO E IMMANUEL KANT.....	366
ILUMINISMO	366
■ FILOSOFIA CONTEMPORÂNEA	367
FRIEDRICH NIETZSCHE (1844–1900).....	367
MARTIN HEIDEGGER (1889–1976).....	367
THEODOR ADORNO (1903–1969).....	367
JEAN-PAUL SARTRE (1905–1980).....	367

SIMONE DE BEAUVOIR (1908–1986).....	367
HANNAH ARENDT (1906–1975).....	367
MICHEL FOUCAULT (1926–1984)	367
KARL MARX.....	367
ESCOLA DE FRANKFURT	368
FENOMENOLOGIA	369

GEOGRAFIA 373

■ A GLOBALIZAÇÃO E AS NOVAS TECNOLOGIAS DE TELECOMUNICAÇÃO: SUAS CONSEQUÊNCIAS ECONÔMICAS, POLÍTICAS E SOCIAIS.....	373
PRODUÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DOS ESPAÇOS AGRÁRIOS	373
MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA E ESTRUTURAS AGRÁRIAS TRADICIONAIS	374
O AGRONEGÓCIO, A AGRICULTURA FAMILIAR, OS ASSALARIADOS DO CAMPO E AS LUTAS SOCIAIS NO CAMPO.....	374
A RELAÇÃO CAMPO-CIDADE.....	375
■ GLOBALIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E POLÍTICOS.....	377
ESTADO, NAÇÃO, PAÍS, POVO, TERRITÓRIO E GOVERNO.....	378
BLOCOS ECONÔMICOS.....	378
MUNDO GLOBAL DESIGUAL	379
SISTEMA CAPITALISTA	380
■ OS DOMÍNIOS NATURAIS E A RELAÇÃO DO SER HUMANO COM O AMBIENTE.....	380
RELAÇÃO HOMEM-NATUREZA E A APROPRIAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS PELAS SOCIEDADES AO LONGO DO TEMPO	380
IMPACTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES ECONÔMICAS NO BRASIL: RECURSOS MINERAIS E ENERGÉTICOS.....	381
AMAZÔNIA: SUA IMPORTÂNCIA E VULNERABILIDADES	383
AGROFLORESTAS	384
RECURSOS HÍDRICOS, BACIAS HIDROGRÁFICAS E SEUS APROVEITAMENTOS	385
QUESTÕES AMBIENTAIS CONTEMPORÂNEAS	387
A NOVA ORDEM AMBIENTAL INTERNACIONAL	389
POLÍTICAS TERRITORIAIS AMBIENTAIS.....	390
USO E CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS, UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, CORREDORES ECOLÓGICOS, ZONEAMENTO ECOLÓGICO E ECONÔMICO.....	390

ORIGEM E EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE.....	392
ESTRUTURA INTERNA DA TERRA.....	392
ESTRUTURAS DO SOLO E DO RELEVO.....	393
SITUAÇÃO GERAL DA ATMOSFERA E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA.....	394
GRANDES DOMÍNIOS DA VEGETAÇÃO NO BRASIL E NO MUNDO.....	395
■ REPRESENTAÇÃO ESPACIAL.....	405
PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS.....	405
ESCALA CARTOGRÁFICA.....	406
LEITURA DE MAPAS FÍSICOS, POLÍTICOS E TEMÁTICOS.....	407
TECNOLOGIAS APLICADAS À CARTOGRAFIA.....	408
CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS.....	411
FÍSICA.....	413
■ INTRODUÇÃO À FÍSICA.....	413
CONCEITOS BÁSICOS E FUNDAMENTAIS.....	413
NOTAÇÃO CIENTÍFICA.....	413
Ordem de Grandeza.....	413
SISTEMA DE UNIDADES.....	414
Grandezas Fundamentais do SI.....	414
Grandezas Derivadas do SI.....	415
OUTRAS CONVERSÕES IMPORTANTES.....	415
Principais Múltiplos e Submúltiplos.....	416
GRANDEZAS VETORIAIS E ESCALARES.....	416
Operações Básicas com Vetores, Composição e Decomposição de Vetores.....	416
■ CINEMÁTICA.....	418
O MOVIMENTO, O EQUILÍBRIO E SUAS LEIS FÍSICAS.....	418
Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).....	419
Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).....	419
Quantificação do Movimento e sua Descrição Matemática e Gráfica.....	420
QUEDA LIVRE E ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE.....	421

Lançamento de Projéteis ou Movimento Oblíquo	421
Movimento Circular Uniforme (MCU)	422
■ DINÂMICA.....	425
LEIS DE NEWTON.....	425
Primeira Lei de Newton	425
Segunda Lei de Newton	426
Terceira Lei de Newton.....	427
TIPOS DE FORÇAS.....	428
Força Normal de Contato.....	429
Tração	429
Polias Ideais	429
Força de Atrito	429
Lei de Hooke	430
Força Gravitacional ou Gravidade	430
Diagrama de Forças	430
Centro de Massa.....	431
Centro de Gravidade	432
Ponto Material	432
Impulso	432
FORÇA NOS MOVIMENTOS CIRCULARES.....	432
Quantidade de Movimento (ou Momento Linear).....	433
TEOREMA DO IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO.....	433
Colisões	434
Equação da Conservação da Quantidade de Movimento (Lei da Conservação).....	435
CONCEITO DE FORÇAS INTERNAS E FORÇAS EXTERNAS	435
Forças Internas.....	435
Forças Externas	435
■ TRABALHO – ENERGIA – POTÊNCIA – RENDIMENTO	438
TRABALHO	438
ENERGIA.....	439
POTÊNCIA	439
RENDIMENTO.....	439
ENERGIA E SUA CLASSIFICAÇÃO	439
Energia Cinética.....	439

Energia Potencial Gravitacional.....	439
Energia Potencial Elástica	440
Energia Mecânica.....	440
CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA	440
DISSIPAÇÃO DA ENERGIA.....	440
FORÇAS CONSERVATIVAS E DISSIPATIVAS	441
Forças Conservativas.....	441
Forças Dissipativas.....	441
■ ESTÁTICA.....	443
TORQUE.....	443
CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO DO PONTO MATERIAL E DO CORPO EXTENSO.....	443
Condições de Equilíbrio Estático do Ponto Material	443
Condições de Equilíbrio Estático de um Corpo Extenso	444
■ HIDROSTÁTICA	444
PRESSÃO.....	444
DENSIDADE	444
PRESSÃO ATMOSFÉRICA	445
Experiência de Torricelli	445
PRINCÍPIO DE PASCAL.....	446
PRINCÍPIO DE STEVIN – PRESSÃO HIDROSTÁTICA EM DIFERENTES NÍVEIS DE UM FLUIDO QUALQUER	447
PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES (EMPUXO).....	447
■ CALOR E FENÔMENOS TÉRMICOS	447
CALOR E TEMPERATURA.....	447
ESCALAS TERMOMÉTRICAS.....	448
Conversão entre Escalas Termométricas	448
Transferência de Calor e Equilíbrio Térmico	449
CONDUÇÃO DO CALOR	449
Fluxo de Calor	449
Convecção	450
IRRADIAÇÃO TÉRMICA	450
■ DILATAÇÃO TÉRMICA.....	452

DILATAÇÃO DOS SÓLIDOS	452
Dilatação Linear.....	452
Dilatação Superficial.....	453
Dilatação Volumétrica.....	453
DILATAÇÃO DOS LÍQUIDOS	453
Dilatação Anômala da Água	454
■ CAPACIDADE CALORÍFICA E CALOR ESPECÍFICO	454
CAPACIDADE CALORÍFICA.....	454
CALOR SENSÍVEL	454
Capacidade Térmica	454
Calor Específico	455
CALOR LATENTE	455
TROCAS DE CALOR EM UM CALORÍMETRO	456
MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICO	456
■ TERMODINÂMICA.....	458
COMPORTAMENTOS DE GASES IDEAIS (EQUAÇÃO DE CLAPEYRON)	458
TRANSFORMAÇÃO GERAL DE UM GÁS	458
Transformação Isobárica.....	459
Transformação Isovolumétrica	459
Transformação Isotérmica	459
Transformação Adiabática	460
LEIS DA TERMODINÂMICA	460
Trabalho Realizado em uma Transformação Gasosa.....	460
Primeira Lei da Termodinâmica.....	461
Segunda Lei da Termodinâmica	462
CICLO DE CARNOT.....	463
DEGRADAÇÃO DA ENERGIA.....	464
■ ONDULATÓRIA	465
PERÍODO, FREQUÊNCIA E CICLO	465
MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES	466
PULSO.....	470
ONDAS	470

ONDAS PERIÓDICAS	471
FENÔMENOS ONDULATÓRIOS	472
ONDAS SONORAS.....	473
Qualidades Fisiológicas do Som	473
Intensidade Sonora	474
Relação entre Intensidade e Amplitude	474
ONDAS ELETROMAGNÉTICAS	475
DIFRAÇÃO	476
REFLEXÃO	476
REFRAÇÃO	476
INTERFERÊNCIA	476
■ PRINCÍPIO DA ÓTICA GEOMÉTRICA.....	480
REFLEXÃO	480
Leis da Reflexão	480
ESPELHOS.....	480
Espelho Plano e Formação de Imagem.....	480
Espelhos Esféricos	481
Elementos Geométricos dos Espelhos Esféricos	482
O Foco de um Espelho Esférico	482
Casos Particulares de Reflexão dos Espelhos Esféricos	483
Formação de Imagem nos Espelhos Esféricos.....	484
Espelhos Convexos	484
Espelhos Côncavos	484
Equações dos Espelhos Esféricos.....	485
■ REFRAÇÃO	486
ÍNDICE DE REFRAÇÃO	486
LEIS DA REFRAÇÃO	487
Ponto Objeto e Ponto Imagem	488
REFLEXÃO TOTAL.....	488
Prismas	488
LENTES	489
Elementos Geométricos das Lentes.....	489
Raios Particulares nas Lentes Esféricas.....	490

Formação de Imagem nas Lentes	490
Lentes Convergentes.....	490
Lente Divergente.....	491
Equação das Lentes	492
Lâminas	492
INSTRUMENTOS ÓPTICOS SIMPLES.....	492
Lupa.....	492
Microscópio Composto.....	492
Telescópio.....	492
Olho Humano.....	492
■ FENÔMENOS ELÉTRICOS.....	493
CARGA ELÉTRICA.....	493
Princípio de Conservação de Cargas Elétricas	494
CORRENTE ELÉTRICA	494
Intensidade de Corrente Elétrica(i).....	495
Cálculo de Carga a Partir de um Gráfico	495
PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO	495
Eletrização por Atrito.....	495
Eletrização por Contato.....	495
Eletrização por Indução	496
CONDUTORES E ISOLANTES	497
Condutores	497
LEI DE COULOMB	497
CAMPO, TRABALHO E POTENCIAL ELÉTRICO	497
Vetor Campo Elétrico (E)	497
Campo Elétrico Criado por Cargas Geradoras	498
POTENCIAL ELÉTRICO	498
Potencial Elétrico de Cargas Pontuais	498
LINHAS DE CAMPO	498
SUPERFÍCIES EQUIPOTENCIAIS.....	499
LEI DE GAUSS.....	499
Fluxo Elétrico(ϕ)	499
PODER DAS PONTAS.....	500

BLINDAGEM ELETROSTÁTICA	501
DIFERENÇA DE POTENCIAL ELÉTRICO.....	501
CORRENTES CONTÍNUA E ALTERNADA	502
Corrente Contínua	502
Corrente Alternada	502
■ CIRCUITOS.....	502
LEI DE OHM	502
RESISTÊNCIA ELÉTRICA E RESISTIVIDADE.....	502
Efeito Joule	503
ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES.....	503
Associação em Série.....	503
Associação em Paralelo.....	503
Associação Mista de Resistores	503
POTÊNCIA ELÉTRICA	504
Conversão de Energia	504
Potência Elétrica em Resistores.....	504
CAPACIDADE ELÉTRICA.....	504
Capacitância (c).....	505
ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES.....	505
Associação em Série.....	505
Associação em Paralelo.....	505
GERADORES E RECEPTORES.....	505
Gerador Ideal	505
Gerador Real	505
ASSOCIAÇÃO DE GERADORES	506
MEDIDORES ELÉTRICOS	506
Amperímetro	506
Voltímetro	507
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE CIRCUITOS	507
■ MAGNETISMO	511
ÍMÃS PERMANENTES E TEMPORÁRIOS	511
FORÇA MAGNÉTICA.....	511

Inseparabilidade	512
Linhas de Campo Magnético	512
CAMPO MAGNÉTICO	512
Campo Magnético Terrestre e Bússola	512
Bússola	513
Classificação das Substâncias Magnéticas	513
Campo Magnético Gerado por Corrente Elétrica	513
Primeiro Fenômeno Eletromagnético	513
Campo Magnético em uma Espira	514
Lei de Biot-Savart	514
Lei de Ampère	514
ELETROÍMÃ	515
FORÇA MAGNÉTICA SOBRE CARGAS ELÉTRICAS	516
Módulo da Força Magnética em Cargas	516
Raio da Trajetória de Cargas Entrando Perpendicular ao Campo Magnético	517
Módulo da Força Magnética em Fio Condutor	517
INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA	517
Fluxo Magnético (ϕ)	517
LEI DE FARADAY-LENZ	517
Força Magnética entre Dois Fios	518
TRANSFORMADORES	518
■ FÍSICA MODERNA	519
MODELO ATÔMICO DE BROGLIE E O MODELO QUÂNTICO	519
RADIAÇÕES E MEIOS MATERIAIS	520
Emissão e Transmissão de Luz	520
Transmissão de Luz	520
Telas de Monitores	521
Radiografias	521
Natureza Corpuscular das Ondas Eletromagnéticas	521
Ondas de Matéria	521
Energia de um Fóton	522
Fotocélulas	522
RADIOATIVIDADE E TRANSFORMAÇÕES NUCLEARES	522
Emissões Naturais	523
Poder de Penetração	523

Meia Vida ou Período de Semi-Integração	524
Reações Nucleares.....	524
Reação em Cadeia.....	525

QUÍMICA..... 527

■ QUÍMICA GERAL..... 527

TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS.....527

OS ELEMENTOS QUÍMICOS: NÚMERO ATÔMICO, NÚMERO DE MASSA, ÍONS E A CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS ISÓTONOS, ISÓTOPOS, ISÓBAROS E ISOELETRÔNICOS.....527

TABELA PERIÓDICA E A QUÍMICA DOS ELEMENTOS.....529

PERIODICIDADE DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DOS ELEMENTOS.....532

REPRESENTAÇÕES DAS TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS.....535

MÉTODOS DE SEPARAÇÃO DAS MISTURAS E CRITÉRIOS DE PUREZA.....539

GRANDEZAS E UNIDADES DE MEDIDA.....541

BALANCEAMENTO DE EQUAÇÕES QUÍMICAS, LEIS PONDERAIS DAS REAÇÕES QUÍMICAS E O CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO.....542

REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS DE REAÇÕES QUÍMICAS.....544

■ QUÍMICA INORGÂNICA..... 548

CONCEITOS BÁSICOS E FUNDAMENTAIS.....548

■ FÍSICO-QUÍMICA..... 553

TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS E ENERGIA.....553

CONCEITUAÇÃO DE ÂNODO, CÁTODO E AS POLARIDADES DOS ELETRODOS.....553

DINÂMICAS DAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS.....555

TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA E EQUILÍBRIO.....557

■ QUÍMICA ORGÂNICA..... 559

COMPOSTO DE CARBONO.....559

CARACTERÍSTICAS E PRINCIPAIS FUNÇÕES DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS.....559

TIPOS DE REAÇÃO ENTRE AS MOLÉCULAS COM DIFERENTES FUNÇÕES ORGÂNICAS.....561

CLASSIFICAÇÃO DAS CADEIAS CARBÔNICAS.....563

■ QUÍMICA AMBIENTAL..... 571

RELAÇÕES DA QUÍMICA COM A TECNOLOGIA, SOCIEDADE E O MEIO AMBIENTE.....571

BIOLOGIA.....	583
■ CITOLOGIA.....	583
A UNIDADE DOS SERES VIVOS.....	583
ORIGEM E EVOLUÇÃO DAS CÉLULAS.....	583
DIVERSIDADE E ORGANIZAÇÃO DAS CÉLULAS.....	583
OS COMPONENTES CITOPLASMÁTICOS.....	584
MEMBRANA CELULAR.....	585
NÚCLEO.....	585
CITOESQUELETO E MOVIMENTO CELULAR.....	585
DIVISÃO CELULAR.....	586
■ BIOQUÍMICA.....	587
COMPOSIÇÃO QUÍMICA MÉDIA DOS ORGANISMOS VIVOS.....	587
SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS.....	588
SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS.....	588
PROCESSOS DE OBTENÇÃO DE ENERGIA NA CÉLULA.....	589
PRINCIPAIS VIAS METABÓLICAS.....	590
REGULAÇÃO METABÓLICA.....	591
METABOLISMO E REGULAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA.....	591
■ BIOLOGIA MOLECULAR: DNA, RNA E PROTEÍNAS.....	593
NUCLEOTÍDEOS, REPLICAÇÃO, TRANSCRIÇÃO E TRADUÇÃO.....	593
■ GENÉTICA.....	596
CONCEITOS IMPORTANTES.....	596
ÁRVORE GENEALÓGICA, OU HEREDOGRAMA.....	596
GREGOR MENDEL.....	596
LEIS DE MENDEL.....	596
PROBABILIDADE GENÉTICA.....	597
INTERAÇÃO ENTRE GENES ALELOS.....	598
CARIÓTIPO E DETERMINAÇÃO DO SEXO.....	599
HERANÇA SEXUAL.....	600
MUTAÇÕES GENÉTICAS.....	600

ACONSELHAMENTO GENÉTICO.....	601
NEOPLASIAS E A INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS.....	601
■ ORIGEM DA VIDA.....	602
HIPÓTESES SOBRE A ORIGEM DO UNIVERSO, DA TERRA E DOS SERES VIVOS	602
■ EVOLUÇÃO.....	602
CENÁRIO PRÉ-EVOLUCIONISTA.....	602
TEORIAS DA EVOLUÇÃO	602
PROVAS DA EVOLUÇÃO.....	604
ESPECIAÇÃO.....	604
SELEÇÃO ARTIFICIAL E SEU IMPACTO SOBRE AMBIENTES NATURAIS E SOBRE POPULAÇÕES HUMANAS.....	604
EVOLUÇÃO HUMANA	605
■ NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO BIOLÓGICA.....	605
O QUE SIGNIFICA ORGANIZAR AS ESTRUTURAS BIOLÓGICAS EM NÍVEIS?	605
■ DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS.....	606
ALGUNS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO.....	606
CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS GRANDES GRUPOS	607
BIOLOGIA DAS PLANTAS.....	608
TIPOS DE CICLO DE VIDA.....	609
HISTOLOGIA E FISILOGIA VEGETAL	609
A BIOLOGIA DOS ANIMAIS	610
FUNÇÕES VITAIS DOS SERES VIVOS E SUA RELAÇÃO COM A ADAPTAÇÃO DESSES ORGANISMOS A DIFERENTES AMBIENTES.....	611
■ EMBRIOLOGIA	613
GAMETOGÊNESE.....	613
FECUNDAÇÃO, SEGMENTAÇÃO E GASTRULAÇÃO.....	614
ORGANOGENESE.....	614
ANEXOS EMBRIONÁRIOS	614
DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO HUMANO	615
■ DIFERENCIAÇÃO CELULAR.....	615
■ HISTOLOGIA	616

ANIMAL	616
TECIDO EPITELIAL.....	616
TECIDO CONJUNTIVO	618
TECIDO MUSCULAR	619
TECIDO NERVOSO	620
VEGETAL	621
■ ANATOMIA E FISILOGIA HUMANA.....	622
SISTEMA CIRCULATÓRIO	622
SISTEMA DIGESTÓRIO.....	623
ÓRGÃOS DIGESTÓRIOS	624
SISTEMA URINÁRIO	624
SISTEMA REPRODUTOR	625
SISTEMA REPRODUTOR MASCULINO.....	625
SISTEMA REPRODUTOR FEMININO.....	626
SISTEMA ENDÓCRINO	626
SISTEMA NERVOSO	630
SISTEMA NERVOSO CENTRAL – SNC.....	630
SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO – SNP.....	631
ÓRGÃOS DOS SENTIDOS	631
■ IMUNOLOGIA	633
IMUNIDADE INATA E IMUNIDADE ADQUIRIDA.....	634
ANTÍGENOS E ANTICORPOS	634
VACINA E SORO	634
TRANSPLANTES	634
DOENÇAS AUTOIMUNES.....	634
■ BIOTECNOLOGIA	635
CÉLULAS-TRONCO	636
CLONAGEM	636
ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS (OGMS).....	636
TRANSGÊNICOS	637

DNA RECOMBINANTE	637
TERAPIA GÊNICA.....	637
APLICAÇÕES DE TECNOLOGIAS RELACIONADAS AO DNA E A INVESTIGAÇÕES CIENTÍFICAS.....	638
APLICAÇÕES DA BIOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, FÁRMACOS E COMPOSTOS BIOLÓGICOS.....	639
ASPECTOS ÉTICOS RELACIONADOS AO DESENVOLVIMENTO BIOTECNOLÓGICO	639
BIOTECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE	640
■ ECOLOGIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS	640
FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS.....	640
HABITAT E NICHO ECOLÓGICO	640
MANUTENÇÃO DA VIDA, FLUXO DA ENERGIA E DA MATÉRIA	641
CADEIA ALIMENTAR	641
TEIA ALIMENTAR.....	642
CICLOS BIOGEOQUÍMICOS: ÁGUA, OXIGÊNIO, CARBONO E NITROGÊNIO	643
BIODIVERSIDADE.....	644
SUCESSÃO ECOLÓGICA.....	644
DINÂMICA DE POPULAÇÕES.....	645
INTERAÇÕES ENTRE OS SERES VIVOS.....	646
BIOGEOGRAFIA: ECOSSISTEMAS E BIOMAS BRASILEIROS	646
CARACTERÍSTICAS DOS ECOSSISTEMAS E BIOMAS BRASILEIROS	647
CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE ECOSSISTEMAS.....	647
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.....	647
ASPECTOS BIOLÓGICOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	647
USO E EXPLORAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS.....	648
PROBLEMAS AMBIENTAIS	648
CONSEQUÊNCIAS DA EROÇÃO.....	649
■ PRINCIPAIS DOENÇAS QUE AFETAM A POPULAÇÃO BRASILEIRA.....	652
DOENÇAS CRÔNICAS	652
VERMINOSES	652
PROTOZOSES.....	652
■ INFECÇÕES SEXUALMENTE TRANSMISSÍVEIS	653

TIPOS MAIS RECORRENTES DE IST.....	653
■ EXERCÍCIOS FÍSICOS E VIDA SAUDÁVEL.....	654
OBESIDADE	654
HIPERTENSÃO ARTERIAL.....	654
DIABETES MELLITUS	654
REDAÇÃO	657
REDAÇÃO	659
■ REDAÇÃO DISSERTATIVA-ARGUMENTATIVA	659
ORIENTAÇÕES BÁSICAS.....	659
ESCRITA DE TEXTOS DE DIFERENTES GÊNEROS E NÍVEIS DE FORMALIDADE	660
A LINGUAGEM FORMAL.....	660
DISSERTATIVO-EXPOSITIVO E DISSERTATIVO-ARGUMENTATIVO	662
A ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO ARGUMENTATIVA	663
APROFUNDAMENTO DA ELABORAÇÃO DO PARÁGRAFO DISSERTATIVO	670
CONSTRUINDO AS MÁSCARAS DE REDAÇÃO	673
DICAS PARA UMA REDAÇÃO NOTA 1.000.....	674
COMPETÊNCIAS EXIGIDAS PELA AVALIAÇÃO.....	676
REVISÃO DA ESCRITA	677

QUÍMICA

QUÍMICA GERAL

TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

O caminho para chegarmos a diversas conclusões sobre a estrutura atômica foi longo, com protagonistas brilhantes que muitas vezes se opunham ao que já havia sido consolidado.

Um dos grandes marcos da química foi a descoberta do átomo. O átomo foi imaginado muitos anos antes de ser possível comprovar sua existência. Após essa comprovação, os olhares voltaram-se à compreensão cada vez mais profunda da estrutura e comportamento atômico. Muitas teorias foram criadas e refutadas repetidas vezes, propostas por Dalton, Thomson, Rutherford, Rutherford-Bohr e Linus Pauling.

No decorrer da trajetória, ocorreram inúmeros debates para se chegar a um consenso universal e, ainda assim, temos pequenas divergências quanto a determinadas subáreas da teoria atômico-molecular.

Assim, neste capítulo, faremos uma introdução sobre a evolução cronológica dos principais modelos atômicos propostos. Traremos informações acerca dos elementos químicos, seu número atômico e número de massa; o conceito de íons, elementos isótonos, isótopos, isóbaros e isoeletrônicos e, ainda, o que é o Diagrama de Linus Pauling.

Linha Cronológica Evolutiva dos Modelos Atômicos

Por meio dos conhecimentos adquiridos dentro da química, é possível vivenciar um mar de descobertas sobre os elementos químicos, como eles se rearranjam, como se conectam e como formam novas substâncias, as quais denominamos produtos. Mas todo esse desenvolvimento científico só se tornou possível a partir da compreensão da estrutura e comportamento atômico.

Observe a evolução dos modelos atômicos:

- **Modelo de Dalton (1803):** nesse modelo, o átomo era compreendido como semelhante a uma bola de bilhar, ou seja, possuía formato esférico, maciço e não era possível separá-lo, sendo, assim, indivisível. Daí vem a origem do nome átomo (parte indivisível);
- **Modelo de Thomson (1898):** surgiu com intuito de contestação ao modelo proposto por Dalton, sob a hipótese de que, na verdade, o átomo não era indivisível e muito menos maciço. Segundo suas próprias palavras: “O átomo é uma esfera de carga elétrica positiva, não maciça, incrustada de elétrons (partículas negativas), de modo que sua carga total da estrutura seja nula”. O modelo atômico de Thomson também é muito conhecido como “pudim de passas”;
- **Modelo de Rutherford (1911):** acidentalmente, em seu experimento mais famoso, o da folha de ouro, Rutherford descobriu que, além das cargas

negativas (elétrons), o núcleo possuía cargas positivas (denominadas prótons), bem como partículas neutras (denominadas nêutrons). Foi Rutherford quem associou a estrutura atômica ao sistema solar, em que o núcleo representa o Sol e os elétrons em seu entorno seriam associados aos planetas;

- **Modelo de Rutherford-Bohr (1911):** Bohr complementou o postulado de Rutherford pois havia uma questão que o modelo de Rutherford não explicava. Se os elétrons estavam ao redor do núcleo em constante movimento, a tendência era de que a matéria sofresse uma implosão, uma vez que o movimento centrípeto dos elétrons em volta do núcleo promoveria perda de energia dessas partículas, até que elas colidissem com o núcleo. É aí que surge o conceito de energia quantizada e níveis de energia eletrônica, que dependem da camada em que o elétron se movimenta na eletrosfera. Tal explicação resolveu as limitações do modelo de Rutherford e é largamente utilizada para compreender o comportamento da matéria até hoje, mesmo que existam novos modelos atômicos quânticos bem mais complexos. Segundo Bohr, “Só é permitido ao elétron ocupar níveis energéticos nos quais ele se apresenta com valores de energia múltiplos inteiros de um fóton”.

O quadro a seguir ilustrará, de forma prática e objetiva, a característica marcante de cada um dos modelos:

MODELO	CARACTERÍSTICA
Dalton (1803)	Bola de bilhar: formato esférico, maciço e indivisível
Thomson (1898)	Pudim de passas: esfera com carga positiva incrustada de elétrons
Rutherford (1911)	Sistema solar: o núcleo do átomo é o Sol e os elétrons são os planetas
Rutherford-Bohr (1911)	Complemento a Rutherford: sugere disposição dos elétrons e diferentes níveis de energia quantizada

OS ELEMENTOS QUÍMICOS: NÚMERO ATÔMICO, NÚMERO DE MASSA, ÍONS E A CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS ISÓTONOS, ISÓTOPOS, ISÓBAROS E ISOELETRÔNICOS

Um átomo é essencialmente constituído de duas partes, sendo elas: o núcleo e a eletrosfera.

O **núcleo** está no centro da estrutura atômica e é considerado como sua parte mais densa, contendo a maior parte da massa presente em um átomo. Encontram-se no núcleo também os **nêutrons** e os **prótons**.

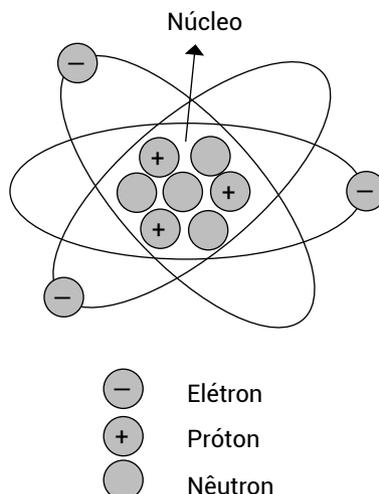
Os **nêutrons** são a parte do átomo que apresenta cargas neutras, responsáveis por diminuir a repulsão entre os prótons dentro do núcleo.

Os **prótons**, por sua vez, são a parte do núcleo que apresenta cargas positivas.

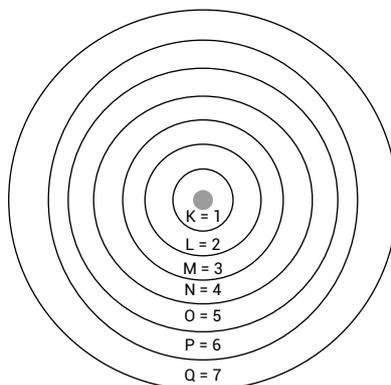
É a partir da soma dos prótons e nêutrons que definimos o **número atômico (Z)** dos elementos. Uma dica importante: o número atômico é como se fosse a marca registrada do elemento. Na tabela periódica, os elementos são dispostos em ordem crescente de Z, em cada grupo ou coluna.

A **eletrosfera** é uma região externa ao núcleo onde se encontram os elétrons em constante movimento ao redor do centro atômico.

A seguir, temos uma figura que representa a estrutura de um átomo segundo o modelo de Rutherford-Bohr:



O átomo em seu estado fundamental possui um padrão no qual seus elétrons são distribuídos na eletrosfera de modo a manter a estabilidade da matéria, mesmo com a atuação de forças de atração e repulsão constantes. O modelo de Rutherford-Bohr justifica que esse equilíbrio só pode ser atingido pela organização em camadas dos elétrons na eletrosfera. Cada camada pode ser definida como um nível de energia, no qual apenas elétrons com a energia quantizada adequada permanecem. O modelo citado propõe a disposição dos elétrons em sete camadas, conhecidas como K, L, M, N, O, P e Q, seguindo-se essa ordem de dentro para fora, conforme exemplificado na figura a seguir.



Dentro dessas camadas existe uma limitação quanto à quantidade de elétrons que cada uma pode comportar. Na sequência, há uma tabela que indica o nível, a letra que o representa e a quantidade máxima de elétrons que cada camada comporta, seguida por um exemplo de como realizar uma distribuição eletrônica em camadas.

NÍVEL	1	2	3	4	5	6	7
CAMADA	K	L	M	N	O	P	Q
ELÉTRONS	2	8	18	32	32	18	2

Distribuição em nível, camada e elétrons.

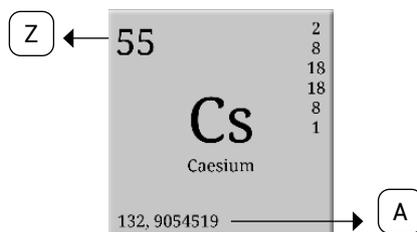
Exemplo: distribuição eletrônica do elemento X, que possui como número atômico $Z = 78$.

NÍVEL	1	2	3	4	5
CAMADA	K	L	M	N	O
ELÉTRONS	2	8	18	32	18

A distribuição eletrônica pode ser uma das formas de organizar os elementos químicos e de prever características deles, como iremos abordar adiante.

Na tabela periódica os elementos químicos são representados um a um, dispostos em ordem crescente de número atômico em cada coluna (grupo). As seguintes informações são encontradas: o nome, o símbolo utilizado para representação do elemento (abreviação do seu nome escrito na forma latina), o número e a massa atômica.

Veja no exemplo a seguir a representação de um dos elementos químicos dentro da tabela periódica:



As moléculas constituídas com átomos de elementos diferentes, como o NaCl ou semelhantes, como o O₂, são formadas pela interação entre átomos. É através da distribuição eletrônica que se pode compreender como esses átomos interagem e com quais outros átomos há essa tendência de interação.

Mencionamos anteriormente alguns aspectos que possibilitam a identificação dos diferentes elementos. São eles:

- **Número atômico (Z):** expresso pela quantidade de prótons no núcleo do átomo. Cada elemento possui um valor para o número atômico. Temos que: $Z = A - n$, onde $Z =$ número atômico e $n =$ P;
- **Número de massa (A):** soma dos prótons e nêutrons que estão dentro do núcleo. Para expressar o número de massa existe uma fórmula: $A = p + n$, em que $A =$ número de massa, $p =$ quantidade de prótons e $n =$ número de nêutrons.

Os átomos de um mesmo elemento ou de elementos diferentes podem ser avaliados e classificados como:

- **Isótonos:** os elementos considerados isótonos têm a mesma quantidade de nêutrons. Isso ocorre apenas entre elementos **diferentes**, que possuem quantidade de prótons diferentes, bem como o número de massa diferente;
ISÓtoNos: ISO = mesmo/igual + o N de nêutron;
- **Isótopos:** os elementos considerados isótopos têm a mesma quantidade de prótons e, conseqüentemente, o mesmo número atômico, apesar de apresentarem números de massa e nêutrons diferentes;
ISÓtoPos: ISO = mesmo/igual + o P de próton;
- **Isóbaros:** a característica dos elementos isóbaros é ter a mesma quantidade de massa. Isso ocorre apenas entre elementos **diferentes**, que possuem quantidade de prótons diferente;
ISÓbaros: ISO = mesmo/igual + o baros de massa;
- **Isoeletrônico:** os elementos considerados isoeletrônicos têm a mesma quantidade de elétrons. Nessa classe, são englobados tanto átomos como íons.

Observe, a seguir, um quadro ilustrativo contendo as informações principais sobre as características dos átomos:

	NÊUTRONS	ELEMENTOS	PRÓTONS	ELÉTRONS	MASSA	Nº ATÔMICO
Isótono	=	≠	≠	---	≠	---
Isótopo	≠	---	=	---	≠	=
Isóbaro	---	≠	≠	---	=	---
Isoeletrônico	---	---	---	=	---	---

Legenda:

- (=) igual;
- (≠) diferente;
- (---) não aplicável.

I TABELA PERIÓDICA E A QUÍMICA DOS ELEMENTOS

Dimitri Ivanovich Mendeleiev (1834–1907), químico russo, e Julius Meyer (1830–1895), químico alemão, publicaram de forma independente suas tabelas periódicas em 1869 e 1870, respectivamente. Eles construíram suas tabelas de maneira semelhante, listando os elementos em colunas em ordem de massa atômica, iniciando uma nova coluna quando as características dos elementos começavam a divergir.

Um dos méritos dessa classificação foi a previsão da existência de alguns elementos. Mendeleiev organizou sua classificação para 60 elementos existentes na época, e ficaram alguns “buracos”, os quais seriam preenchidos com elementos descobertos posteriormente. Assim, Mendeleiev pôde prever algumas propriedades desses elementos desconhecidos.

GRUPOS DA TABELA PERIÓDICA E SUAS CARACTERÍSTICAS

Grupo	Quantidade de elétrons na camada de valência	Configuração eletrônica	Exemplo
1	1	ns ¹	Na (Z=11): 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ¹
2	2	ns ²	Be (Z=4): 1s ² 2s ²
3 a 12	Variante	Variante	—
13	3	ns ² np ¹	B (Z=5): 1s ² 2s ² 2p ¹
14	4	ns ² np ²	C (Z=6): 1s ² 2s ² 2p ²
15	5	ns ² np ³	N (Z=7): 1s ² 2s ² 2p ³
16	6	ns ² np ⁴	O (Z=8): 1s ² 2s ² 2p ⁴
17	7	ns ² np ⁵	F (Z=9): 1s ² 2s ² 2p ⁵
18	8	ns ² np ⁶	Ne (Z=10): 1s ² 2s ² 2p ⁶

Ao observar a tabela anterior, pode-se verificar que, descendo em um mesmo grupo, ocorre o aumento um a um da quantidade de elétrons na **camada de valência (CV)**. A cada elétron a mais na CV, maior o período no qual o elemento se encontra na tabela. A CV de um átomo é, geralmente, aquela com maior número quântico principal n. Assim, os elétrons da camada de valência são geralmente responsáveis pela maneira como os átomos combinam entre si.

Quando oito elétrons estão presentes na CV de um átomo, sua configuração é **ns² np⁶** e o elemento é um **gás nobre**. Essa configuração eletrônica é conhecida por ser a forma mais estável que um átomo pode ser encontrado, pelo fato de que tanto o orbital s quanto o orbital p estão com a quantidade máxima de elétrons que comportam.

Justamente por isso, os gases nobres possuem caráter praticamente inerte. Portanto, dizemos que esses elementos já possuem o **octeto** completo, que consiste em um total de oito elétrons na CV. Todos os outros elementos diferentes dos gases nobres são instáveis isoladamente pelo fato de não possuírem 8 elétrons na CV. Para alcançar a estabilidade, os elementos fazem **ligações químicas** de modo a completar seu octeto.

Elementos de Transição

No grupo B, a subcamada a ser preenchida é a “**d**”. Quando falamos da subcamada a ser preenchida, fazemos alusão à distribuição do Diagrama de Linus Pauling.

EXEMPLO DE DISTRIBUIÇÃO ELETRÔNICA PARA ALGUNS ELEMENTOS DE TRANSIÇÃO

<p>Grupo 5: ₂₃V (Vanádio): 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d³</p>
<p>Grupo 7: ₂₅Mn (Manganês): 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d⁵</p>
<p>Grupo 8: ₂₆Fe (Ferro): 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d⁶</p>
<p>Grupo 9: ₂₇Co (Cobalto): 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d⁷</p>
<p>Grupo 10: ₂₈Ni (Níquel): 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d⁸</p>
<p>Grupo 11: configuração eletrônica com preenchimento mais estável completando o subnível “d” ₂₉Cu (Cobre): 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s¹ 3d¹⁰ ₄₇Ag (Prata): 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d¹⁰ 4p⁶ 5s¹ 4d¹⁰ ₇₉Au (Ouro): 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d¹⁰ 4p⁶ 5s² 4d¹⁰ 5p⁶ 6s¹ 4f¹⁴ 5d¹⁰</p>
<p>Grupo 12: ₃₀Zn (Zinco): 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d¹⁰</p>

Nos elementos de transição, cada série horizontal corresponde ao preenchimento do subnível “**d**” da camada. No tocante à série dos lantanídeos e actinídeos, a subcamada a ser preenchida é a “**f**”. Eles correspondem ao sexto e sétimo períodos da família **IIIB** da tabela periódica, respectivamente.

- **Série dos lantanídeos:** Lantânio (**La**), Cério (**Ce**), Praseodímio (**Pr**), Neodímio (**Nd**), Promécio (**Pm**), Samário (**Sm**), Európio (**Eu**), Gadolínio (**Gd**), Térbio (**Te**), Disprósio (**Dy**), Hólmio (**Ho**), Érbio (**Er**), Túlio (**Tm**), Itérbio (**Yb**) e Lutécio (**Lu**);

- **Série dos actinídeos:** Actínio (**Ac**), Tório (**Th**), Protactínio (**Pa**), Urânio (**U**), Netúnio (**Np**), Plutônio (**Pu**), Amerício (**Am**), Cúrio (**Cm**), Berquélio (**Bk**), Califórnio (**Cf**), Einstênio (**Es**), Férmio (**Fm**), Mendelévio (**Md**), Nobélio (**No**) e o Laurêncio (**Lw**).

Vejam as características físicas e químicas gerais dos elementos das séries dos lantanídeos e actinídeos:

- são sólidos em temperatura ambiente;
- são metais;
- são elementos da série dos lantanídeos naturais, exceto o Promécio (**Pm**);
- são radioativos;
- na série dos actinídeos, a maioria é artificial, exceto: Actínio (**Ac**), Tório (**Th**), Protactínio (**Pa**) e Urânio (**U**).

Tabela Periódica e as Configurações Eletrônicas

O fato de os elementos serem distribuídos em famílias auxilia no entendimento em relação às suas características. E quanto à distribuição dos elétrons nas camadas/níveis de energia, não seria diferente.

No geral, o número da coluna indica o número de elétrons da CV do elemento, enquanto o período indica o nível de energia que se dá à CV, como nos exemplos a seguir:

- **Exemplo 1:** o oxigênio, que está no grupo 6, apresenta seis elétrons na última camada e está no segundo período, ou seja, seus elétrons ocupam dois subníveis de energia 2;
- **Exemplo 2:** o fósforo (**P**), que está localizado no 3º período (3ª linha), logo, tem três camadas ou níveis de energia.

SE LIGA!

O período em que um elemento está localizado indica o número de subníveis do elemento.

PERIODICIDADE DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DOS ELEMENTOS

Como vimos no tópico anterior, a tabela periódica é um instrumento de consulta riquíssimo para pesquisar a localização dos elementos químicos, os valores do número atômico e a massa atômica.

É importante esclarecer que tais elementos estão organizados por semelhanças em grupos, relacionando propriedades com suas estruturas atômicas. Ou seja, a organização desses elementos é realizada de acordo com suas propriedades periódicas: o número atômico aumenta de cima para baixo em uma mesma coluna (grupo). Quanto maior Z, maior será a quantidade de elétrons na CV e maior será o período que o elemento se encontra na tabela.

As principais propriedades periódicas são: raio atômico, raio iônico, energia de ionização, afinidade eletrônica e eletronegatividade. Trataremos de cada uma delas a seguir.

Raio Atômico

O raio atômico representa o tamanho do átomo, volume atômico. Contudo, é difícil determinar o tamanho do átomo, pois a eletrosfera atômica não tem fronteira definida. Diante disso, deve-se levar em conta dois fatores para comparar o tamanho do átomo:

- **Número de níveis (camadas):** quanto maior o número de níveis, maior será o tamanho do átomo;
- **Número de prótons:** o átomo que apresenta maior número de prótons exerce uma maior atração sobre seus elétrons, o que ocasiona uma redução no seu tamanho.

Em um mesmo grupo, o raio atômico aumenta devido ao aumento do número de níveis. Por exemplo, tendo como base alguns dos metais alcalinos terrosos que fazem parte da família 2A, observa-se que:

- Be (Z = 4): $1s^2 2s^2$;
- Mg (Z = 12): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$;
- Ca (Z = 20): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$.

Be		r = 1,13 Å
Mg		r = 1,60 Å
Ca		r = 1,97 Å

Como se pode ver, o raio atômico aumenta descendo no mesmo grupo e, nos elementos representativos, esse aumento é bem marcante: ocorre sempre de cima para baixo. Agora, se analisarmos por período, podemos afirmar que o raio atômico aumenta com a diminuição de Z (número atômico), o qual representa o número de prótons no núcleo (cargas positivas), acarretando uma diminuição da força de atração sobre os elétrons. O aumento é sempre da direita para a esquerda.

Veja o exemplo abaixo, entre sódio (Na) e cloro (Cl), que estão no mesmo período (3º período), porém em grupos diferentes:

- Na (Z = 11): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$;
- Cl (Z = 17): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$.

O sódio possui menor número atômico (Z = 11) e, por consequência, apresentará o raio do sódio maior que o raio do cloro porque o maior Z do cloro indica maior quantidade de prótons, responsáveis por atrair mais fortemente os elétrons para o núcleo, diminuindo o tamanho de sua estrutura atômica.

Ao longo de um período, o raio atômico diminui enquanto aumenta descendo em um mesmo grupo. Isso se deve ao fato de que, ao longo de um período, o número atômico aumenta, isto é, o núcleo contém mais prótons, o que aumenta a carga nuclear. Tal fenômeno provoca um aumento na força de atração exercida sobre os elétrons, aproximando-os do núcleo.

Quando à análise do raio atômico em um mesmo grupo, verificamos que ele aumenta pelo fato de que o número de elétrons na CV aumenta a cada período e para comportar mais elétrons o raio atômico é maior.

Atenção! Na série dos elementos de transição, o decréscimo do raio atômico é moderado em relação à série dos representativos. Isso ocorre porque os elétrons são presentes entre o núcleo e a camada n-1, e protegem parcialmente os elétrons da camada de valência da força de atração exercida pelo núcleo.

Esse efeito, chamado **efeito de blindagem**, reduz a carga nuclear efetiva, mantendo os elétrons de valência do átomo. Portanto, o raio atômico, ao longo das séries dos elementos de transição, não decresce tão rapidamente como nas séries dos representativos.

No final da série dos elementos de transição, a subcamada (n-1) d aproxima-se de sua população máxima, 10 elétrons, aumentando o efeito de blindagem, conforme é possível ver por meio do exemplo do elemento zinco: Zn (Z = 30): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$.

Raio Iônico

Em relação ao raio dos íons, usaremos a nomenclatura raio iônico. Comparando um átomo neutro com seu respectivo íon, faz-se necessário levar em consideração a carga nuclear efetiva.

O núcleo exerce sobre os elétrons das camadas uma força permanentemente constante, uma vez que o número atômico (Z) não se altera. Porém, como o número de elétrons em um íon é diferente do número de elétrons do átomo neutro, ocorrerá uma diferença no raio atômico, decorrente dessa situação.

Observe os exemplos para o sódio e seu íon Na^+ (cátion):

- Sódio, Na (Z = 11/11 elétrons): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$;
- Íon sódio, Na^+ (Z = 11/10 elétrons): $1s^2 2s^2 2p^6$.

Logo, pode-se evidenciar que: **raio do Na > raio do íon Na^+** .

Se o átomo de sódio ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$) “perde” seu elétron da camada 3s, perde também a terceira camada, o que leva à redução do raio. Além disso, o menor número de elétrons facilita a atração nuclear sobre a nuvem eletrônica, contribuindo para a redução do raio. É possível generalizar que um cátion é sempre menor do que o átomo neutro que o originou. Analisemos agora o átomo de cloro e seu íon Cl^- (ânion):

- Cloro, Cl (Z = 17/17 elétrons): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$;
- Íon cloro, Cl^- (Z = 17/18 elétrons): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$.

Logo, pode-se evidenciar que: **raio do íon Cl^- > I raio do Cl**.

Quando o cloro ($1s^2 2s^2 2p^5$) aumenta seu número de elétrons, as repulsões intereletrônicas na sua camada 2p aumentam e isso contribui para a expansão da nuvem eletrônica, que aumenta o raio iônico. Portanto, um ânion é sempre maior do que o átomo neutro que o originou.

Energia de Ionização

Por definição, energia de ionização é a energia necessária para remover um ou mais elétrons de um átomo isolado no estado gasoso. Vamos considerar que um átomo isolado no estado fundamental absorve energia, assim, o elétron pode passar de uma camada menos energética para outra.

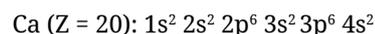
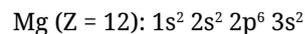
Caso a energia fornecida seja suficiente, o elétron pode ser retirado do átomo, originando um **cátion** (íon com carga positiva).

O elétron mais facilmente removível é aquele que possui maior energia e está menos atraído pelo núcleo. Desta forma, quanto maior o raio do átomo, menor a atração feita pelo núcleo atômico sobre os elétrons mais distantes e, assim, menor a energia necessária para remover esse elétron. Nesse sentido, quanto maior o tamanho do átomo, menor será a 1ª energia de ionização.

No caso de íons com mais de um elétron removível, dizemos que a energia necessária para remover o primeiro elétron é a primeira energia de ionização. Para o segundo elétron, a segunda energia de ionização, e assim por diante. A energia de ionização geralmente é dada em kJ/mol. Dessa forma, temos:

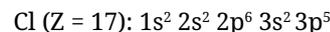
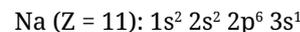
$$1^{\text{a}} \text{ energia de ionização} < 2^{\text{a}} \text{ energia de ionização} < 3^{\text{a}} \text{ energia de ionização}$$

- **Em uma mesma família ou grupo:** a EI (energia de ionização) aumenta de baixo para cima, como no exemplo a seguir:



É importante ressaltar que a energia de ionização varia com o número atômico.

- **Em um mesmo período:** a EI aumenta da esquerda para a direita, conforme o exemplo:

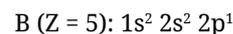
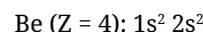


Em geral, quanto maior a carga nuclear do elemento, maior a atração dos elétrons pelo núcleo e mais difícil é a sua ionização.

Metal < Ametal < Gás nobre

A energia de ionização tende a aumentar através do período. Contudo, existem casos que fogem a essa regra, como, por exemplo, o boro.

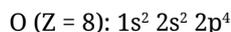
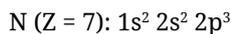
O boro (grupo 13) tem energia de ionização menor do que a do berílio (grupo 2), pois, no boro, o elétron a ser removido está no orbital 2p, enquanto no berílio está no orbital 2s. Um elétron 2s está mais firmemente preso ao núcleo do que um elétron 2p, o que conduz à menor energia de ionização do boro, mesmo com maior carga nuclear. Além disso, os elétrons 2s do boro podem blindar parte dessa carga do seu elétron 2p.



- **Outra exceção:** oxigênio comparado ao nitrogênio.

No caso do oxigênio, a primeira energia de ionização é mais baixa do que o esperado, porque o elétron é removido de um orbital 2p, que contém um segundo elétron.

Dois elétrons ocupando um mesmo orbital repelem-se com maior intensidade do que se estivessem em orbitais diferentes. A repulsão intereletrônica facilita, assim, a remoção do elétron. No átomo de nitrogênio, não há tal repulsão.



Irregularidades análogas às encontradas no boro e no oxigênio são igualmente explicáveis nos demais períodos sucessivos.

Afinidade Eletrônica ou Eletroafinidade

Por definição, afinidade eletrônica ou eletroafinidade é a quantidade de energia envolvida no processo em que um átomo isolado gasoso, no seu estado fundamental, recebe um elétron, formando um ânion. Em uma mesma família ou em um período, quanto menor o raio, maior a afinidade eletrônica.

Quando um átomo recebe elétrons, torna-se um íon ânion liberando energia. Essa energia mede o quão fortemente o elétron se liga ao átomo. Observe os exemplos a seguir:

- Li (Z = 3): $1s^2 2s^1$ requer uma energia de 60 kJ;
- K (Z = 19): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ requer uma energia de 48 kJ;
- F (Z = 9): $1s^2 2s^2 2p^5$ requer uma energia de 328 kJ;
- Br (Z = 35): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 3p^5$ requer uma energia de 325 kJ.

Assim como a energia de ionização, a afinidade eletrônica também é expressa em kJ/mol.

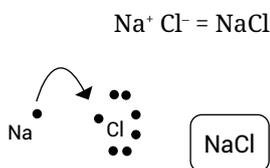
Eletronegatividade

A eletronegatividade é a força de atração exercida sobre os elétrons de uma ligação, conforme ilustram os exemplos a seguir:

- Na (Z = 11/11 elétrons): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$;
- Na⁺ (Z = 11/10 elétrons): $1s^2 2s^2 2p^6$;
- Cl (Z = 17/17 elétrons): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$;
- Cl⁻ (Z = 17/18 elétrons): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$.

Atenção! Observando a composição da palavra “eletronegatividade”, podemos compreendê-la como: afinidade por cargas negativas, portanto os átomos desses elementos atraem os elétrons de uma ligação para si.

Formação do sal de cozinha, cloreto de sódio, composto iônico:



- Cl: mais eletronegativo que Na;
- Na: mais eletropositivo.

A eletronegatividade tende a crescer da esquerda para a direita através de um período na tabela periódica devido ao aumento da carga nuclear.

Em uma ligação covalente, o par eletrônico é compartilhado entre dois átomos. Isso significa que o par é atraído simultaneamente e com forças semelhantes para o núcleo de ambos os átomos; o compartilhamento de elétrons é o que caracteriza a ligação covalente.

Nas ligações iônicas, ocorre a troca de elétrons entre átomos, um ganha e o outro perde. O que define o átomo que ficará com o elétron é o caráter eletronegativo que cada um possui. O elemento que possui maior eletronegatividade é o mesmo que possui maior afinidade por cargas negativas e, portanto, atrai fortemente os elétrons para si. Conseqüentemente, os íons formados apresentam carga negativa (ânions) e, por isso, tendem a formar ligações com íons mais eletropositivos (cátions). Da mesma forma, os cátions tendem a interagir com ânions de maior eletronegatividade.

Na tabela periódica, a tendência de eletronegatividade aumenta da direita para esquerda; quanto maior a quantidade de elétrons na CV, mais eletro-negativo o elemento tende a ser, devido à facilidade em completar seu octeto dessa forma. Os elementos eletropositivos apresentam essa característica por possuírem poucos elétrons em sua CV; logo, para completar o octeto e tornarem-se mais estáveis, tendem a doar esses elétrons.

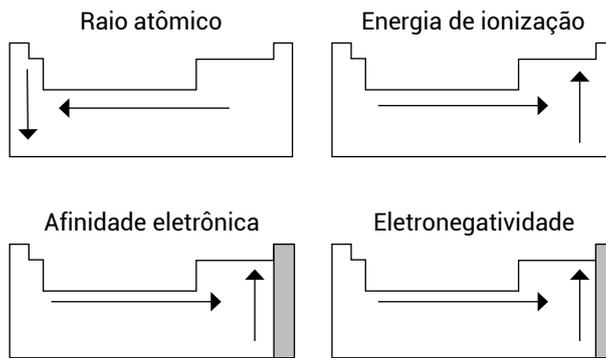
Nos elementos de transição, a eletronegatividade apresenta algumas irregularidades no crescimento da esquerda para a direita, resultantes da variação na efetividade do efeito de blindagem. Indo para baixo em um grupo, a eletronegatividade decresce à medida que a camada de valência se torna mais afastada do núcleo e à medida que o efeito de blindagem compensa amplamente o aumento da carga nuclear. Assim, os elementos com maior eletronegatividade são os ametais à direita, particularmente os da parte superior direita da tabela periódica.

Atenção! A eletronegatividade é o oposto da eletropositividade, sendo assim, a partir de dados da eletronegatividade para uma série de elementos, é possível conseguir informações sobre eletropositividade também. Por exemplo, serão mais eletronegativos os elementos com valor maior, evidenciados nos dados da série. Já os elementos que apresentarem menor valor de eletronegatividade serão, ao mesmo tempo, os mais eletropositivos. A relação inversa pode ser realizada.

Os elementos com as mais baixas eletronegatividades são os metais, particularmente os que se encontram na parte inferior esquerda da tabela periódica.

De forma resumida, o sentido de aumento das propriedades periódicas é indicado pelas setas:

- **Raio atômico:** de cima para baixo (↓) e da direita para a esquerda (←);
- **Caráter metálico:** de cima para baixo (↓) e da direita para a esquerda (←);
- **Afinidade eletrônica:** de baixo para cima (↑) e da esquerda para a direita (→);
- **Energia de ionização:** de baixo para cima (↑) e da esquerda para a direita (→);
- **Eletronegatividade:** de baixo para cima (↑) e da esquerda para a direita (→).



Fonte: Química Acadêmica, 2016.

Tabela Periódica

		GRUPO																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
PERÍODO	1	1																	2
		H																	He
		hidrogênio																	hélio
		1,008																	4,0026
	2	3	4											5	6	7	8	9	10
		Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
		lítio	berílio											boro	carbono	nitrogênio	oxigênio	flúor	neônio
	6,94	9,0122											10,81	12,011	14,007	15,999	18,998	20,180	
3	11	12											13	14	15	16	17	18	
	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
	sódio	magnésio											alumínio	silício	fósforo	enxofre	cloro	argônio	
	22,990	24,305											26,982	28,085	30,974	32,06	35,45	39,948	
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
	potássio	calcio	escândio	titânio	vanádio	cromo	manganês	ferro	cobalto	níquel	cobre	zinco	gálio	germânio	arsênio	selênio	bromo	krpton	
	39,098	40,078(4)	44,956	47,867	50,942	51,996	54,938	55,845(2)	58,933	58,693	63,546(3)	65,38(2)	69,723	72,630(1)	74,922	78,971(8)	79,904	83,796(2)	
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
	rubídio	estrôncio	ítrio	zircônio	nióbio	molibdênio	tecnécio	rutênio	ródio	paládio	prata	cadmíio	índio	estanho	antimônio	telúrio	iodo	xenônio	
	85,468	87,62	88,906	91,224(2)	92,906	95,95	98	101,07(2)	102,91	106,42	107,87	112,41	114,82	118,71	121,76	127,603	126,905	131,29	
6	55	56	57-71		72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
	Cs	Ba			Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	césio	bário			hafnício	tântalo	tungstênio	rênio	ósio	irídio	platina	ouro	mercúrio	tálio	chumbo	bismuto	polônio	astato	radônio
	132,91	137,33			178,49(3)	180,95	183,84	186,21	190,23(3)	192,22	195,08	196,97	200,59	204,38	207,2	208,98	209	210	222
7	87	88	89-103		104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
	Fr	Ra			Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
	frâncio	rádio			rutherfordio	dubnio	seabórgio	bohrio	hássio	meitnério	dashofio	roentgênio	copernício	nihônio	fleróvio	moscóvio	livermório	tenessio	ogânesônio
	(223)	(226)			(261)	(268)	(269)	(270)	(269)	(278)	(281)	(281)	(285)	(284)	(288)	(289)	(294)	(294)	(294)
	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71				
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
	lanfânio	cério	praseodímio	neodímio	promécio	samário	europio	gadolínio	terbio	disprósio	hólmio	érbio	tulio	itérbio	lutécio				
	138,91	140,12	140,91	144,24	(145)	150,36(2)	151,96	157,25(3)	158,93	162,50	164,93	167,26	168,93	173,05	174,97				
	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				
	actínio	tório	protactínio	urânio	netúnio	plutônio	américio	cúrio	berquílio	califórnio	einsteinio	fermio	mendelévio	nobelio	lawrêncio				
	(227)	(232,04)	(231,04)	238,03	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(288)	(289)	(262)				

Fonte: Toda Matéria, 2023.

SE LIGA!

Para otimizar seus estudos, recomendamos que confira também a tabela periódica em cores, no seguinte link: <https://www.todamateria.com.br/tabela-periodica/>. Acesso em: 30 jan. 2023.

REPRESENTAÇÕES DAS TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS

Dentro da química, as reações ocorrem a partir da mistura de substâncias consideradas **reagentes** que originam novas espécies químicas, denominadas **produtos**. É possível prever quais produtos serão formados a partir de determinado reagente e em qual quantidade, considerando a estequiometria da reação.

A **estequiometria** da reação traz informações como a proporção molar entre reagentes e produtos, o que possibilita calcular qual a massa ou volume dos produtos formados ou dos reagentes utilizados. Neste capítulo, observaremos os diversos estudos relacionados à estequiometria, como aspectos quantitativos das reações químicas, cálculos estequiométricos e conceitos de reagente em excesso e limitante através das leis ponderais. Além disso, veremos todas as características que distinguem uma transformação física e química da matéria.

Principais Ramos da Química

- **Química orgânica:** estuda a estrutura, as propriedades, a composição, as reações e a síntese de compostos orgânicos. O elemento de destaque nessa área é o carbono e sua capacidade de formar longas cadeias de ligações simples, duplas ou triplas, que podem conter outros átomos, como o hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, enxofre e alguns halogênios. Dessa forma, os compostos orgânicos possuem diferentes funções, o que favorece sua diversificada aplicação;
- **Química inorgânica:** é o ramo da química que estuda os elementos químicos e as substâncias da natureza que não possuem o carbono coordenado em cadeias. Investiga as estruturas, as propriedades e a explicação dos mecanismos de suas reações e transformações. As principais funções dos compostos inorgânicos são os sais, óxidos, ácidos e bases;

- **Bioquímica:** é o ramo da biologia e da química que estuda as estruturas, a organização e as transformações moleculares que ocorrem na célula. Em resumo, a bioquímica aborda todos os processos químicos que ocorrem nos organismos vivos;
- **Físico-Química:** estuda os fenômenos químicos sob a ótica dos princípios, conceitos e práticas da física, sendo, assim, a combinação destas duas ciências: a física e a química. Algumas das informações de interesse nos processos físico-químicos são a velocidade e espontaneidade das reações, absorção ou liberação de energia. Nesse sentido, a química pode ser definida como a ciência que estuda a matéria, suas transformações e as trocas de energias envolvidas nesses fenômenos. Por definição, **matéria** é tudo aquilo que tem massa (**m**) e ocupa lugar no espaço (**volume**), podendo ter composição orgânica ou inorgânica, natural ou artificial, ser visível a olho nu ou não, de origem animal, vegetal ou mineral.

Imagine que você está sentado de frente para o mar, admirando a paisagem. Em um dado momento, você fixa seu olhar na seguinte cena: uma criança brincando com um baldinho de areia e água, na beira do mar. Sob o ponto de vista ou olhar da criança, esse balde contendo água salgada e areia é um **sistema**.

Transformação da Matéria

Imagine as duas situações a seguir:

- você pegou um pedaço de papel e o amassou;
- você pegou um pedaço de papel e o queimou.

Na primeira situação, a matéria não sofreu nenhuma modificação, mudando apenas sua forma. A composição química do papel é a celulose, sendo a folha amassada ou não. Não houve alteração da estrutura ou constituição da matéria.

Já na segunda situação, a celulose sofreu combustão (reação com O_2 , que libera CO ou CO_2), portanto, transformou-se em uma matéria diferente da inicial, com estrutura e propriedades químicas diferentes. As transformações da matéria são denominadas **fenômenos**, os quais podem ser classificados como **físicos** ou **químicos**.

Tipos de Fenômenos

- **Fenômeno físico:** é toda alteração na estrutura física da matéria, como, por exemplo, na forma, no tamanho, na aparência e no estado físico. Contudo, não há alteração em sua natureza, isto é, a composição química da matéria não se modifica. Conforme discutido anteriormente, amassar uma folha de papel faz mudar o aspecto físico da matéria, mas sua composição permanece sendo a celulose;
- **Fenômeno químico:** é uma mudança na composição da matéria. Por exemplo: a combustão transforma uma substância em outra, com diferentes propriedades químicas.

Fenômenos Físicos

- Atração magnética;



- Reflexão da luz;



- Lançamento de um projétil.



Fenômenos Químicos

- Queima da parafina;



- Ferrugem;

