

*Resenha 10.. .verificar o conteúdo .... possui 2 textos – 1 na revista outro no e-mail sandra dia 20/02*

**A** presente edição da Revista de Educação da APEOESP contém subsídios para os professores da rede pública estadual, associados do nosso sindicato, que se inscreverão nos próximos concursos públicos promovidos pela Secretaria de Estado da Educação e que participarão das provas instituídas pelo governo. Organizada pela Secretaria de Formação, esta publicação contém as resenhas dos livros que compõem a bibliografia dos concursos, realizadas por profissionais altamente qualificados, de forma a contribuir para que os professores possam obter o melhor desempenho nas provas.

Ao mesmo tempo, não podemos deixar de registrar nossa posição contrária às avaliações excludentes que vem sendo promovidas pela Secretaria Estadual da Educação que, além de tudo, desrespeita os professores ao divulgar extensa bibliografia a poucos dias da prova, inclusive contendo vários títulos esgotados. Esperamos, no entanto, que todos os professores possam extrair desta da Revista de Educação o máximo proveito, obtendo alto rendimento nas provas dos concursos e avaliações.

Nossa luta por mais concursos prossegue, com a periodicidade necessária diante de uma drástica redução no número de professores temporários, agregando mais qualidade ao ensino e profissionalizando, cadavez mais, o magistério estadual. A periodicidade dos concursos a cada quatro anos – com ritmo mais acelerado nos próximos dois anos – foi uma conquista nossa e vamos exigir que seja efetivada.

A diretoria

## **ÍNDICE CIÊNCIAS**

1. AMBROGI, A.; LISBOA, J. C. F. Química para o magistério. São Paulo: Harbra, 1995.
2. ATKINS, P.; LORETTA, J. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
3. BOUER, J. Sexo & Cia: as dúvidas mais comuns (e as mais estranhas) que rolam na adolescência. 2. ed. São Paulo: Publifolha, 2002.
4. CACHAPUZ, A; CARVALHO, A. M. P.; GIZ-PÉREZ, D. A necessária renovação do Ensino de Ciências. São Paulo: Cortez, 2005.
5. CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. Formação de professores de Ciências. São Paulo: Cortez, 2003. (Questões da Nossa Época, 26).
6. CARVALHO, Isabel C. M., Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico. 2. Ed. São Paulo: Cortez, 2006. cap. 1, 3 e 5.
7. CEBRID – Centro Brasileiro de Informações sobre Drogas Psicotrópicas. Livro informativo sobre drogas psicotrópicas. Disponível em: <<http://200.144.91.102/cebridweb/default.aspx>> Acesso em: 26 jan. 2010.
8. DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.
9. FRIAÇA, A. C. S. et al. (Orgs.) Astronomia: uma visão geral do universo. São Paulo: EDUSP, 2000.
10. GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. Física. 5 ed. São Paulo: EDUSP, 2001/2005. v. 1, 2 e 3.
11. KORMONDY, E. J.; BROWN, D. E. Ecologia humana. São Paulo: Atheneu, 2002. cap. 1, 4, 5, 9 e 10.
12. OKUNO, E. Radiações: efeitos, riscos e benefícios. São Paulo: Harbra, 1998.
13. SADAVA, D. et al. Vida: a ciência da biologia. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 1, 2 e 3.
14. TEIXEIRA, W. et al. (Org.). Decifrando a Terra. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

15. UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências. Geração e gerenciamento dos resíduos sólidos provenientes das atividades humanas. 2. ed. rev. Ijuí: Unijuí, 2003. (Situação de estudo: ciências no ensino fundamental, 1).

Disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/gipec/gipec-main.html>>

Acesso em: 26 jan. 2010.

1. AMBROGI, A.; LISBOA, J. C. F. Química para o magistério. São Paulo: Harbra, 1995.

### **Apresentação:**

A obra destina-se a estudantes de cursos de Habilitação para o Magistério, e tem o intuito de instrumentalizar os alunos destes cursos a realizar trabalhos ligados à Química, em nível de 1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> séries. A obra está estruturada em três módulos fundamentais: *Utilização dos Materiais*, *Constituição da Matéria* e *Transformações da Matéria – Aplicações*, divididos em três, quatro e cinco capítulos respectivamente, elaborados de forma a fornecer os conteúdos necessários à formação do futuro docente, bem como propor um conjunto de atividades ligadas à química para as séries elementares. A forma como a obra foi elaborada permite uma maior flexibilidade para atender as frequentes mudanças de grades curriculares de Cursos de Habilitação para o Magistério.

No início de cada módulo, os autores apresentam o tópico *Considerações Metodológicas*, com o objetivo de nortear e significar os conteúdos de cada módulo, associando-os a aspectos tecnológicos, sócio-econômicos e culturais. Para reforçar a aplicação dos conhecimentos, em cada capítulo os autores apresentam uma listagem de questionamentos sobre o conteúdo, através do tópico *Questões de Verificação*. Ao final do módulo, os autores sugerem que o leitor volte ao tópico de *Considerações Metodológicas* para verificar se as ideias lá contidas ficaram bem entendidas e claras.

### **Módulo 1 – Utilização dos Materiais**

As *Considerações Metodológicas*, apresentadas no Módulo 1, sintetizam os conceitos de propriedades gerais e específicas dos materiais. Os autores sugerem que a aplicação deste módulo ocorra em um semestre para um curso que tenha aproximadamente duas aulas semanais.

O tema “Utilização dos Materiais” é apresentado a partir de ideias gerais que possam permitir que os alunos, em um contexto mais amplo, relacionem a definição do uso dos materiais encontrados na natureza de acordo com suas propriedades gerais e específicas.

Vale ressaltar que outras propriedades como densidade, temperatura de fusão e ebulição não são tratadas, segundo os autores, pelo fato de demandarem um número maior de aulas e ocasionar o distanciamento da principal ideia da temática que está mais voltada ao uso em si dos materiais.

## Capítulo 1: Materiais x Propriedades

A inúmera gama de produtos existentes no mercado de consumo é fruto do conhecimento das propriedades específicas dos materiais usados em sua fabricação. Esta ideia sugere que diferentes materiais podem ser utilizados para uma mesma finalidade.

Na *atividade 1* os estudantes deverão produzir listas classificando materiais adequados e não adequados para a embalagem de líquidos e fabricação de mesas. Transparência, dureza, densidade, permeabilidade são efetivamente critérios de classificação que devem ser utilizados, ao contrário de massa e volume que são grandezas presentes em todos os materiais. Assim defini-se os conceitos de propriedade gerais (comuns a todos os materiais) e específicas (que permitem diferenciá-los) .

A primeira sugestão de trabalho com alunos de 1ª à 4ª séries é a estória de José: **Onde está o erro?** (Adaptado dos “Subsídios para implementação do Guia Curricular de Ciências 1º grau - 1ª à 4ª séries, p. 10. SE/CENP/CECISP, 2ª. ed., São Paulo, 1984.). Os alunos são levados a identificar e substituir, ao longo da leitura, os possíveis erros cometidos por José no uso de materiais para diversas finalidades (ex: colchão feito de pedregulhos, pente de vidro etc.)

A segunda sugestão é a atividade: **A escolha de materiais**, que envolve o manuseio de papel, pano, náilon, alumínio para que, ao final, a criança perceba que tipo de embalagem seria ideal para guardar por exemplo água e areia.

O intuito das atividades, segundo os autores, deve ser apenas levar os alunos a se familiarizarem com o termo “propriedades”, sendo totalmente inconveniente levá-las a conceituar propriedades específicas e gerais. A alusão ao aprofundamento é necessário apenas aos futuros professores.

Para aprofundar o tema, são apresentados dados estatísticos sobre a porcentagem dos metais na crosta terrestre, fazendo referência ao fato de que abundância nem sempre significa efetiva tecnologia de obtenção. As técnicas de extração desenvolvidas ditaram o uso de metais como o Cobre, Bronze, Ferro, Alumínio e Titânio ao longo dos anos. O autor sugere que ao final, o estudante faça um resumo sobre o tópico e uma pesquisa sobre metais como o mercúrio, o níquel e tungstênio.

A *atividade 2* propõe que os estudantes identifiquem: açúcar, sal de cozinha, bicarbonato de sódio, pó de giz branco, maisena, por meio da descrição das propriedades específicas destes materiais. *Questões de Verificação* reforçam o conteúdo.

A sugestão de trabalho com turmas de 1ª a 4ª séries tem como tema: “Reconhecimento de Materiais com base em suas propriedades”, e deve ser aplicada a crianças já alfabetizadas. O objetivo é fazer com que os alunos embarquem em uma história de um garoto cientista que teve problemas para identificar alguns materiais líquidos. Para resolver o problema a premissa deve partir da ideia de que líquidos possuem propriedades diferentes, por isso podem ser identificados.

Como outra sugestão de atividade prática, os alunos serão levados a identificar recipientes que contenham água + sal de cozinha, apenas água e outro contendo álcool. Transparência e cheiro podem ser critérios utilizados.

## Capítulo 2 - Propriedades Específicas e Separação de Misturas

Uma substância caracteriza-se por apresentar as mesmas propriedade específicas, sem variação na sua composição independente da sua origem ou

processo de obtenção. Uma mistura é um conjunto de substâncias cujas propriedades variam conforme a composição. Misturas podem ter seus componentes separados através do emprego de técnicas como a *Filtração* e a *Decantação*. A extração de óleos vegetais de sementes como amendoim, coco, milho, soja pode ser realizada nas indústrias de refinaria e compreende as etapas de limpeza, moagem e prensa, formação da pasta, emprego de solventes, filtração, purificação.

A sugestão de trabalho na **atividade 3** é a Extração de óleo de soja. O procedimento consiste em cozinhar as sementes que perdem um pouco de óleo na água e outra parte é retirada ao ser batida no liquidificador com álcool. A experiência leva o aluno a perceber que um processo de separação de misturas pode ser empregado para se obter outras misturas com um número menor de componentes.

A técnica de obtenção do corante índigo, para tingimento do “jeans” antigamente retirada da planta *Indigofera sumatrana*, atualmente é sintetizada a partir da anilina; a obtenção do ouro puro passa por processos de separação dos componentes misturados na pepitas retiradas do garimpo. Referências são feitas ao PRÓALCOOL, exemplificando os interesses de mercado que direcionaram a utilização de misturas gasolina/álcool nos atuais combustíveis. A gasolina é mistura de uma centena de substâncias onde foram acrescentados mais um componente (álcool) para se obter uma mistura mais complexa.

Álcool e gasolina são líquidos *imiscíveis* (não se misturam). Ao adicionar água, o álcool se mistura a essa substância pois estes são líquidos *miscíveis* (se misturam). O volume ocupado pela gasolina apresenta o teor, ou seja, a porcentagem desse líquido na mistura original. A realização desse procedimento caracteriza a *atividade 4 – Determinação do teor de álcool na gasolina*. Para reforçar o conteúdo *Questões de verificação são propostas*.

A sugestão de trabalho com turmas de 1ª a 4ª séries são retiradas do “Subsídios para implementação do Guia Curricular de Ciências 1º grau - 1ª à 4ª séries, p. 10. SE/CENP/CECISP, 2ª. ed., São Paulo, 1984. A primeira atividade propõe que os alunos comparem a dissolução de diferentes materiais (sal, açúcar, farinha e areia) em água. Na segunda atividade proposta, os alunos deverão sugerir meios de separar uma mistura de sal e areia.

## Capítulo 3 - Propriedades Específicas e Reconhecimento de Reações

### Químicas

Assim como os componentes de uma mistura podem ser separados, técnicas de preparo de misturas podem ser realizados pelo homem para se obter os mais diferentes produtos. O processo de *destilação* pode ser empregado para recuperar os componentes de uma mistura. Entretanto, quando as propriedades dos componente originais se modificam muito, essa recuperação não é possível (introdução do conceito de *reações químicas*).

A *atividade 5* propõe a realização de misturas com diversos materiais (água, detergente, sulfato de cobre, leite de magnésia, fermento químico, bicarbonato de sódio) para verificar possíveis mudanças de cor, cheiro, temperatura, desprendimento de gás, formação de substâncias pouco solúveis, que permitem reconhecer a ocorrência de uma reação química. Outros testes como o aquecimento do sulfato de cobre e verificação da reação do comprimido efervescente em água são realizados posteriormente.

As substâncias, presentes antes do início de uma reação, são denominadas *reagentes*, e as que se formam após são designadas *produtos*. Em algumas vezes, apenas um único reagente pode originar mais de um produto (ex. Sulfato de cobre ao ser aquecido). Alerta-se para que, em alguns casos, se verifique mais de uma propriedade específica para se confirmar a ocorrência da reação. *Questões de verificação* são apresentadas no final da atividade.

A sugestão de atividade para aplicar com turmas de 1ª à 4ª série, também propõe a realização de reações químicas, com o amido de milho presente na maisena, que adquire coloração escura ao entrar em contato com o iodo. O iodo identifica o amido, assim outros alimentos como batata, clara de ovo, gema, farinha de trigo podem ser testados.

### **Módulo II – Constituição da Matéria**

A aplicação deste módulo está embasada nas ideias de possibilidade de comprovação e reprodutividade das transformações da matéria, interpretadas

por modelos que culminam na estrutura atômica. Assim são apresentados conhecimentos básicos sobre a linguagem química (símbolos, fórmulas, equações). Os autores sugerem que o módulo seja aplicado em, no máximo, um semestre com duas aulas semanais. Este módulo não propõe atividades para as séries elementares (1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup>), pois os conteúdos são intransponíveis para esta faixa etária. O capítulo 3 está mais diretamente ligado ao estudo do átomo, desta forma o professor pode optar por iniciar o trabalho deste ponto.

### Capítulo 1 - Características de Substâncias nos Três Estados Físicos

O capítulo inicia apresentando as mudanças de estado físico (líquido, sólido, gasoso) da água em seu ciclo biogeoquímico.

Correlações entre o estado físico e o volume ocupado nas diversas temperaturas sob 1 atm evidenciam as diferenças significativas entre os três estados físicos, e sugere o desenvolvimento de um modelo que possa explicar uma possível organização de pequenas partículas que ora estão mais unidas (líquida), ora aparecem separadas ocupando um maior volume (gasoso e sólido). Nesta linha de raciocínio o estudante é levado a representação de um possível modelo criado por cientistas para explicar o comportamento de substâncias como a água.

As mudanças de estado físico surgem como consequência das alterações nos arranjos, organização e movimentação das partículas, que são as mesmas em todos os períodos. As mudanças envolvem processos de *solidificação, fusão, vaporização, ebulição, evaporação e liquefação*.

A *atividade 1* propõe o uso de bolinhas de confeito, para representar as partículas que formam uma substância. Os estudantes devem observar de forma lúdica o comportamento das bolinhas ao serem transferidas para recipientes e depois de serem umedecidas – referência a mudanças de estados físicos. *Questões de verificação* são apresentadas para reforçar os conhecimentos.

### Capítulo 2 - Investigações sobre a Constituição da Matéria



A realização e interpretação de experiências bem como o conhecimento da literatura científica acumulada levarão a explicações sobre como ocorre a dissolução e como são formadas as partículas que compõem as substâncias.

Na *atividade 2* os estudantes são levados a fazer uma previsão sobre o que ocorrerá quando se acrescenta sal a um recipiente totalmente cheio de água. Observações devem procurar explicar o que ocorreu em nível de partículas. O modelo usado deverá corresponder satisfatoriamente a explicação.

A *atividade 3* propõe a diluição do permanganato de potássio em proporções cada vez menores até que sua cor características violeta não seja mais vista. A ideia é que o estudante perceba que o modelo utilizado leva a imaginar que as partículas constituintes da matéria sejam extremamente pequenas.

Partículas idênticas entre si constituem uma mesma substância e são formadas por unidades ainda menores chamadas moléculas. Representações sobre este modelo podem ser feitos pelos estudantes através da observação das reações químicas realizadas nas atividades do módulo 1. É possível definir que as moléculas sejam formadas por unidades ainda menores, porém diferente entre si. A essas unidades deu-se o nome de átomo.

Substâncias formadas por mais de um tipo de átomo são chamadas substâncias compostas (ex. Sacarose, sulfato de cobre, permanganato de potássio e etc.). Formadas por um único tipo de átomo são classificadas como substâncias simples (ex. Carbono, oxigênio, ferro, ouro, cobre). Cada átomo de um mesmo tipo é chamado de elemento químico, sendo representado por um símbolo e um nome. *Questões de verificação* são apresentadas para reforçar o conteúdo apresentado.

### Capítulo 3 - O Átomo

O conhecimento teórico deste capítulo está estruturado em uma série de tópicos conforme segue:

*Por que conhecer a estrutura do Átomo*

O átomo é a unidade básica de formação de toda a matéria existente no universo. Conhecer sua constituição é importante para a síntese de novas moléculas e a preparação de novos materiais com propriedades específicas desejadas e que não existem na natureza. O texto apresenta uma sequência histórica de eventos que culminam com a representação da estrutura atômica atual. Assim cita-se em de forma cronológica os estudos de Leucipo, Demócrito, Lavoisier, Dalton e Dufay. A presença de dois tipos de cargas elétricas – positiva (+) e negativa (-), no átomo é a teoria proposta por Dufay, sendo aceita atualmente para explicar todas as manifestações elétricas da matéria.

### *Componentes do Átomo*

O conhecimento intelectual e experimental acumulado ao longo dos anos permitiu definir que o átomo é composto de partículas ainda menores e eletricamente carregadas: prótons (carga positiva), nêutrons (não possuem carga), que constituem o núcleo do átomo e elétrons (carga negativa) que se movimentam ao redor do núcleo em diferentes níveis de energia, formando a eletrosfera.

Os autores chamam a atenção para a representação em camadas designadas K, L, M,... que embora seja usada ainda por alguns textos, foi um modelo atômico aceito apenas por um curto período (1913 a 1925). Uma verdade experimental é o tamanho do núcleo que é muito inferior ao da eletrosfera.

### *Tamanho do átomo*

O tamanho de um átomo é da ordem de  $0,000\ 000\ 2\ \text{mm}$ , ou seja,  $2 \times 10^{-7}\ \text{mm}$ .

### *Semelhanças e Diferenças entre os Átomos*

Dois átomos são estruturalmente iguais se tiverem o mesmo número de prótons, nêutrons e elétrons. O texto nesse momento apresenta uma tabela com a estrutura de alguns tipos de átomos. Sugere-se ao estudantes a análise desta tabela para responder um série de perguntas que seguem. São apresentados os conceitos de: número atômico ( $n^{\circ}$  de prótons); elemento

químico (átomos de igual nº atômico); íons (átomos eletricamente carregados - positivo: cátions, negativo: ânions); isótopos (átomos de mesmo elemento químico e com diferente nº de nêutrons). *Questões de verificação* são propostas ao final do capítulo para reforçar o conteúdo apresentado.

#### Capítulo 4 - União de Átomos

Interações elétricas de atração entre eletrosfera e núcleo e de repulsão entre eletrosferas são representadas de forma ilustrativa para inserir os primeiros conceitos sobre a união de átomos para formar moléculas. A intensidade da força de atração núcleo-eletrosfera difere entre átomos iguais (mais estável) e diferentes (mais assimétrico). Se atração for intensa pode ocorrer até uma transferência de elétrons de um átomo para outro, onde um pode ficar positivamente carregado (cátion) e outro negativamente carregado (ânion) – aplicação tanto para moléculas diatômicas como poliatômicas. Para formar uma molécula as forças de atração devem predominar as de repulsão. Assim é discutida a definição de ligação química (atração elétrica entre os átomos que permite a união para formar moléculas).

A *atividade 4* consiste em testar a condutibilidade elétrica de alguns materiais em soluções aquosas. Para tanto será empregado o aparelho de condutibilidade elétrica que possui terminais que ao serem inserido na solução, conduzem corrente elétrica suficiente para ascender uma lâmpada. A interpretação dos resultados é explicada pela movimentação de cátions e ânions, indicando a presença de íons.

#### *Átomos e Substâncias*

Os gases nobres são as únicas substâncias reconhecidas até hoje que se apresentam isoladas, ou seja, não apresentam moléculas com dois ou mais átomos como ocorre com as demais substâncias. Testes de condutibilidade elétrica permitem conhecer o comportamento molecular destas substâncias, que são formadas pela união de átomos neutros por íons.

#### *Como os átomos se unem*

A hipótese de que a estabilidade existente na eletrosfera dos gases nobres é o que os mantém isolados, leva a crer que os demais átomos procuram essa estabilidade para se unirem. Uma série de situações propõe o modelo de compartilhamento de elétrons para ligações entre átomos neutros e posteriormente na mesma linha de raciocínio, utilizada para interpretar as moléculas formadas por íons.

A explicação culmina com a definição dos conceitos de ligação covalente (entre átomos eletricamente neutros, resultante de compartilhamento de elétrons) e ligação iônica (entre cátions e ânions). Fórmulas moleculares e estruturais para montagem de moléculas, bem como uma série de questões orientam o estudo e permitem a introdução do conceito do número de carga nas representações moleculares.

Algumas substâncias não podem ter suas estruturas interpretadas pela semelhança das eletrosferas dos átomos que as formam com eletrosferas de gases nobres. Esta situação envolve conhecimentos sobre Mecânica Quântica, que segundo os autores, são incompatíveis com o ensino de 2º grau.

#### *Previsões Baseadas na Tabela Periódica*

A Tabela Periódica aparece na quarta capa da obra, porém neste momento, alguns esclarecimentos apresentados para facilitar a interpretação: elementos químicos dispostos em ordem crescente de nº atômico; disposição de acordo com semelhanças das propriedades; colunas referem-se a *grupo* ou *família* e linhas horizontais a *período*. Exercícios orientam o estudo e a construção de fórmulas moleculares e estruturais. Conhecimentos mais detalhados da tabela periódica como previsões quanto ao tipo de ligação que une os átomos constituintes de uma substância estão fora do âmbito deste curso, segundo os autores, pois necessitam inclusive de confirmações experimentais.

#### *Reações Químicas – Rearranjo de Átomos*

As reações químicas resultam em um rearranjo atômico (átomos que estão estavam formando as moléculas dos reagentes, rearranjam-se para formar novas ligações químicas, originando os produtos da reação). Estas reações podem ser visualizadas através de modelos.

A **atividade 5** propõe representar a formação de água a partir de hidrogênio e oxigênio, em fórmulas estruturais e após de forma lúdica, utilizando 8 grãos de feijão (preto: hidrogênio e mulatinho: oxigênio). Os grãos devem ser dispostos (dois a dois: moléculas de oxigênio; misturados: átomos após o rompimento das ligações; novos arranjos: formar moléculas de água. *Questões de Verificação* são propostas e orientam o estudo.

### **Módulo 3 – Transformações da Matéria - Aplicações**

As *Considerações Metodológicas* orientam que os capítulos estão dispostos de forma independente, não havendo necessidade de seguir a sequencia proposta, desta forma o professor tem a liberdade de trabalhar da maneira que achar mais adequado. Pré-requisitos de alguns conhecimentos sobre estrutura atômica e ligação química são necessários. Entretanto para as atividades em nível de 1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> séries esses conhecimentos não são essenciais.

Os conhecimentos apresentados estão ligados aos aspectos tecnológicos, sócio-econômicos e culturais dos campos de ação da química.

#### Capítulo 1 - Conservação de Alimentos

As reações químicas que ocorrem nos alimentos são responsáveis pela sua deterioração, ocasionado mudanças de cheiro, sabor, cor e textura. Estas reações podem ser provocadas principalmente por microorganismos ou por substâncias como o oxigênio. Manter as propriedades específicas dos alimentos é um meio de retardar sua deterioração e manter sua qualidade. Estratégias como retirada da água do meio, variações da temperatura ideal de proliferação, bem como congelamento, refrigeração, desidratação e cozimento podem impedir a ação dos microorganismos. Vale lembrar que esses seres vivo realizam algumas ações benéficas e desejadas como a fermentação para produzir vinho, pão, queijo, e etc., além de evitarem o acúmulo de dejetos.

O oxigênio do ar reage com as substâncias presentes nos alimentos provocando sua deterioração (ex. Reação do oxigênio com triglicerídios que provoca rancidez de óleos e gorduras; escurecimento de frutas como a banana e a maçã pela presença da orto-benzoquinona). A refrigeração e o uso de

embalagens adequadas que visam evitar o contato do alimento com o ar podem evitar os efeitos de deterioração provocados pelo oxigênio.

### *Aditivos e Conservação de Alimentos*

O emprego de aditivos para conservar alimentos é uma prática muito antiga, necessária para manter por maior tempo a qualidade dos alimentos, pois impede o desenvolvimento de microrganismos ou retarda a ação do oxigênio.

Sal e açúcar estão entre os aditivos mais comuns empregados. Já o nitrito de sódio tem uma ação específica contra o *Clostridium botulinum* que pode acarretar o botulismo. Ao reagir com a mioglobina (proteína presente nos músculos) este aditivo dá a cor rósea características de alimentos frios. Este aditivo pode tornar-se cancerígeno se os limites de concentração previsto na legislação forem ultrapassados.

Antioxidantes atuam especificamente para dificultar a ação do oxigênio do ar (ex. Vitamina C, lecitina e EDTA dissódico). Outras substâncias por apresentarem outras propriedades específicas também podem ser utilizadas como flavorizantes, umectantes, espessantes e etc.

A *atividade 1* consiste em testar a ação de aditivos (sal, óleo, vinagre e o açúcar) em vários alimentos como pepino, pimenta, tomate, maçã e banana. As observações devem ser anotadas diariamente durante dez dias para posterior discussão e conclusão. *Questões de Verificação* são propostas no final da atividade para reforçar o conteúdo.

A sugestão de trabalho com alunos de 1ª a 4ª série tem como tema: “Conservação de Alimentos” e envolve uma atividade de sensibilização que consiste em uma excursão ao supermercado. A ideia é que os alunos recolham informações sobre alimentos frescos, congelados, empacotados em papel, sacos plásticos, enlatados; prazos de validade; alimentos fora do padrão.

Os autores também sugerem realizar com os alunos o “Teste com aditivos”, primeira sugestão de atividade deste capítulo, para que os alunos percebam o que acontece em termos de conservação de alimentos nas condições sugeridas por essa atividade.

## Capítulo 2 - Ácidos e Bases

Este capítulo trata sobre conceitos e as propriedades de substâncias ácidas e básicas (hidróxidos).

A *atividade 2* objetiva reconhecer se uma substância possui propriedades ácidas ou básicas, utilizando os indicadores ácido-base fenolftaleína e carbonato de sódio. A fenolftaleína muda de cor (avermelhada) na presença de bases e o carbonato de sódio produz efervescência na presença de ácidos. Limitações quando a identificação são encontradas quando materiais permanecem inalterados no caso da fenolftaleína em ácidos (continua incolor) e o carbonato de cálcio que não produz efervescência na presença de bases o que pode indicar possibilidade inclusive de neutralidade da solução. Para resolver esse problema pode-se fazer o uso das tirinhas de papel universal que em contato com soluções indica diferentes graus de acidez, basicidade ou mesmo a neutralidade das substâncias. Os conceitos de ácido e base são chamados conceitos de Arrhenius ou teoria ácido-base de Arrhenius.

Os ácidos apresentam algumas propriedades como: sabor azedo; conduzem corrente elétrica (formam íons) em solução aquosa; reagem com materiais como o zinco e o magnésio liberando hidrogênio gasoso (esses átomos estão sob a forma de cátions  $H^+$  e formam ligações covalentes com outros átomos). Já as bases possuem: sabor amargo; são escorregadios em contato com a pele; conduzem corrente elétrica em solução aquosa; reagem com ácidos e um dos produtos da reação é a água (formação de ânions hidróxido,  $OH^-$ ).

Para indicar o grau de acidez ou basicidade de soluções aquosas, o cientista S. Sorensen em 1909, propôs o código de pH que é expresso por:  $pH = -\log$  da concentração de  $H^+$  em mol/litro. O controle pela medida de pH, da acidez ou basicidade de substâncias, é fundamental para vitalidade do sangue humano, cloração de piscinas, produção de cerveja entre outras atividades.

Fenolftaleína, repolho roxo, índigo carmim, tornassol, vermelho de metila e ácido pícrico são caracterizados como indicadores ácido-base e apresentam diferentes variações na faixa de pH em que o indicador muda de cor. Os autores sugerem testes para ver como funcionam indicadores ácido-base como: extratos alcoólicos ou aquosos de alguns vegetais (ex. pétala de

flores, folhas e legumes de diferentes cores). *Questões de Verificação* reforçam os conhecimentos.

A sugestão de trabalho de 1ª a 4ª série, tem como tema “Ácidos e Bases” e consiste na problematização de como é feito o uso de ácidos como vinagre no dia-a-dia (leitura de um bilhete fictício). Posteriormente será observada a reação de suco de limão e amoníaco diluído, com bicarbonato de sódio e posteriormente com a fenolftaleína. Outras substâncias poderão ser testadas. O objetivo da prática é fazer com que os alunos percebam as características de ácidos e bases, para que possam responder o bilhete apresentado no início da atividade.

A atividade “Corantes de plantas”, consiste em levar os alunos a observar a ação de um ácido e de uma base sobre diferentes extratos vegetais (beterraba, chá preto, repolho roxo, casca de cebola, pétalas coloridas, etc.) aquoso e alcoólico.

### Capítulo 3 - Plásticos

A atual “Era dos Plásticos” caracteriza-se pelas inúmeras aplicações deste material em praticamente todas as atividades domésticas e industriais, dada as suas propriedades (leve, resistente, facilmente moldado). O tema permite relações sobre as vantagens e as desvantagens da utilização de plásticos na fabricação de produtos.

Na *atividade 3*, devem ser disponibilizados amostras de diversos tipos de plásticos (polietileno, polipropileno, náilon, PVC, etc.), para que os estudantes saibam diferenciar e identificar de acordo com as propriedades de cada um, a possibilidade de uma infinidade de aplicações. Informações quanto a transparência, flexibilidade, corte, flutuação na água, aquecimento, das amostras de plásticos devem ser observadas e descritas.

Equações, formulas estruturais, mostram como ocorre a união dos monômeros de etileno (gás obtido a partir do petróleo) para formar os polímeros de polietileno. Essas moléculas se mantêm unidas por ligações intermoleculares (atrações elétricas entre átomos de moléculas diferentes). O texto sugere a partir do exemplo do polietileno, que o estudante faça equações que representam a formação do teflon e a do PVC. Os polímeros podem se



apresentar de forma linear ou em uma estrutura tridimensional (ex. No caso dos copolímeros, os monômeros formam um feixe).

A experiência da *atividade 4* consiste na produção de plástico a partir de uma reação química entre a proteína caseína extraída do leite e o formol. Ao leite após ser aquecido acrescenta-se vinagre que aglutina as moléculas de caseína (coagulação). A caseína retirada deverá ser mergulhada em formol por alguns dias até a formação do plástico caseína-formaldeído, um dos primeiros a ser utilizado pelo homem.

Termoplásticos (amolecem por aquecimento) e plásticos termofixos (não amolecem por aquecimento) possuem estrutura linear e tridimensional respectivamente. É o conhecimento da estrutura molecular de um plástico que permite sintetizá-los. Ao final do capítulo são apresentadas *Questões de Verificação* para reforçar o conteúdo apresentado.

#### Capítulo 4 - Drogas

O objetivo é trazer o tema para discussão em sala de aula. São estudadas neste capítulo especificamente as drogas alucinógenas maconha, cocaína e LSD.

A maconha é uma das drogas mais disseminadas e suas substâncias ativas são retiradas da planta *Cannabis sativa*. Os primeiros registros de uso aconteceram em cerimônias religiosas (práticas homicidas em condenados) de grupos localizados no norte do Iraque. A planta era fonte da retirada do cânhamo (fibra) para a fabricação de cordas, fios, redes e velas de barcos. No Brasil, foi trazida pelos escravos, e o consumo incentivado por apresentar efeitos relaxantes. A tecnologia de extração é rudimentar sendo e foram identificadas 421 substâncias em sua composição, sendo a mais ativa o THC que age no Sistema Nervoso Central. Quando fumada seus efeitos podem persistir por 3 à 4 horas provocando excitação, ideias rápidas, desconectas, depressão, pânico e em grandes quantidades: ansiedade, desorientação mental e até alucinações. Pode causar dependência.

A cocaína é uma das drogas mais difundidas em todo o mundo. Possui propriedade alucinógenas, causando dependência física e psíquica. É extraída da planta *Erythrosylon coca* de regiões andinas. Por apresentar baixos teores da

substância nas folhas (na ordem de 0,7%), a obtenção necessita de grande quantidade de solventes como o Éter e Acetona. A droga pode ser comercializada em forma de uma pasta chamada “crack”, que contém muitas impurezas e produz mais efeitos nocivos que a cocaína pura. Agrupamentos estruturais de suas moléculas agem nas fibras nervosas, assim na medicina, foi um importante anestésico local – permitiu síntese tetracaína e procaína.

Um texto retirado do jornal “Folha de São Paulo” contextualiza o estudante ao tratar da descoberta por acaso da síntese do Dietilamida do ácido lisérgico – LSD – pelo químico Albert Hoffman, durante sua pesquisa sobre princípios ativos de plantas medicinais. Esse poderoso alcaloide pode produzir efeitos como alucinações, dependência psíquica, danos cerebrais, anomalias cromossômicas, depressão entre outras. *Questões de verificação* orientam o estudo.

O tema “Drogas” para alunos de 1ª a 4ª séries, deverá ser tratado ao longo do tempo através do desenvolvimento de atividade orais onde as crianças se manifestem e recebam as informações necessárias. A orientação deve ser contínua.

## Capítulo 5 - Presença da Química

A imprensa escrita e falada muitas vezes caracteriza as “substâncias químicas” como apenas danosas a saúde e bem-estar das populações. No início do capítulo os autores orientam os estudantes a fazer uma dissertação sobre o uso adequado e inadequado de um produto químico. Alguns exemplos positivos do desenvolvimento da ciência química são abordados neste capítulo, como a descoberta do náilon, realizada através de pesquisas sobre processos de polimerização. Esse material teve uso ampliado a partir da Segunda Guerra Mundial com aplicações em cordas, cabos, tecidos, cerdas de escovas de dente até vestimentas espaciais. O conhecimento sobre a estrutura de substâncias é que permitiu selecionar os monômeros adequados no processo de polimerização do Náilon.

A indústria fotográfica está entre as mais poderosas do ramo da química. Reações químicas envolvem o processo fotográfico, desde a obtenção da

matéria-prima dos filmes (gelatina com compostos de prata em cristais) até sua revelação.

Precursora dos antibióticos, a penicilina foi descoberta em 1928 pelo químico inglês Alexandre Fleming. Essa substância combate doenças infecciosas causadas por bactérias. Observações de cultivos de colônias de bactérias em placas de petri contaminadas por fungos, permitiram identificar a presença da substância que só teve sua estrutura determinada 20 anos depois.

Outros exemplos de aplicações benéficas da indústria química no dia-a-dia correspondem a fabricação de fósforos; o uso do éter como anestésico; a produção industrial da nitroglicerina e posterior da dinamite para além de fins bélicos; destilação do petróleo para produção de inúmeras outras substâncias; descoberta da insulina; estudo das propriedades do germânio e silício atualmente par aplicações em telecomunicações e informática. *Questões de Verificação* orientam a fixação do conteúdo.

Questões:

1. Sobre o preparo e separação de misturas é correto afirmar que:

- a) Todas as substâncias ao serem misturadas sofrem reações químicas que não permitem a recuperação de seus componentes originais;
- b) Filtração, decantação e a extração de óleos vegetais, são exemplos de técnicas que podem ser empregadas para o preparo de misturas;
- c) Após misturadas é impossível separar o álcool da gasolina, pois esses se tratam de líquidos *miscíveis*;
- d) Uma mistura, caracteriza-se por apresentar as mesmas propriedade específicas, sem variação na sua composição independente da sua origem ou processo de obtenção;
- e) um processo de separação de misturas pode ser empregado para se obter outras misturas com um número menor de componentes. ✓

2. Sobre as reações químicas assinale a incorreta:

- a) As substâncias presentes antes do início de uma reação são denominadas *produtos*, e as que se formam após são designada *reagentes*; ✓
- b) Em algumas vezes apenas um único reagente pode originar mais de um produto
- c) desprendimento de gás, formação de substâncias pouco solúveis, são indícios que permitem reconhecer a ocorrência de uma reação química;
- d) o amido de milho adquire uma coloração escura ao entrar em contado com o iodo;
- e) Alerta-se para que em alguns casos se verifique mais de uma propriedade específica para se confirmar a ocorrência da reação.

3. A presença de dois tipos de cargas elétricas – positiva (+) e negativa (-) no átomo é a teoria atualmente mais aceita para explicar todas as manifestações elétricas da matéria, sendo proposta por:

- a) Dalton
- b) Lavoisier
- c) Dufay ✓
- d) Leucipo
- e) Demócrito

4. Sobre o experimento realizado com indicadores ácido-base é correto afirmar:

- a) A fenolftaleína muda de cor, ficando avermelhada na presença de ácidos;
- b) o carbonato de sódio produz efervescência na presença de bases;
- c) tirinhas de papel universal podem ser utilizadas para identificar os diferentes graus de acidez, basicidade ou mesmo a neutralidade de soluções; ✓
- d) As bases estão sob a forma de cátions  $H^+$  e formam ligações covalentes com outros átomos;
- e) repolho roxo, índigo carmim, tornassol, vermelho de metila e ácido pícrico não podem ser utilizados como indicadores ácido-base.

5. Sobre o modelo atualmente aceito sobre a representação da estrutura atômica, é correto afirmar:

- a) permite identificar partículas ainda menores e eletricamente carregadas: prótons, nêutrons e elétrons; ✓
- b) identifica a organização de prótons e nêutrons formando a eletrosfera e elétrons que constituem o núcleo;
- c) indica que os nêutrons se movimentam ao redor do núcleo em diferentes níveis de energia;
- d) segundo os autores, representa os elétrons dispostos em camadas designadas K, L, M,....;
- e) Uma verdade experimental é o tamanho do núcleo que é muito superior ao da eletrosfera.

2. ATKINS, P.; LORETTA, J. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

### INTRODUÇÃO

A química é a ciência ou o estudo da matéria e suas transformações.

Existem os estados da matéria que são as formas físicas pelas quais podem se apresentar. As mais comuns são:

- **sólido**: matéria em forma rígida. Exemplo: rochas
- **líquido**: matéria em forma fluida com superfície definida. Exemplo: Água
- **gasoso**: matéria em forma fluida e que ocupa todo um recipiente. Exemplo: gás oxigênio
- **vapor**: matéria de forma sólida ou líquida, mas que se apresenta em forma de gás.

As propriedades químicas estão diretamente relacionadas com as propriedades físicas, pois ao mesmo tempo em que ocorrem as transformações químicas da matéria, são

determinadas suas características físicas como, por exemplo, ponto de fusão, ebulição, dureza, coloração, formas e densidade da matéria.

Para que ocorra qualquer transformação, é necessário algum tipo e quantidade de energia como energia solar, química, física, elétrica etc., e há também as liberações de energia. Definindo-se energia, tem-se que esta é a capacidade de realizar trabalho.

No decorrer da história enquanto ainda estavam descobrindo/desenvolvendo o campo dos estudos da química, vários químicos ainda tentavam definir através de seus experimentos ou hipóteses, a unidade fundamental da matéria. Assim, John Dalton revelou o átomo de *atom* que vem do grego e significa *não-divisível*.

Em 1807, Dalton disse que os átomos eram esferas maciças e indestrutíveis como as bolas de bilhar. No entanto, em 1897, J. J. Thomson, com mais estudos, percebeu que havia ainda partículas menores que eles e que os constituiriam, chamadas de partículas subatômicas ou o **elétron**, através da investigação dos raios catódicos que seriam feixes de partículas de cargas negativas. Em 1908, E. Rutherford, sabendo que haveria também cargas positivas, descobriu o núcleo atômico definindo que todas as cargas positivas e quase toda a massa estão concentradas no pequeno núcleo, e todos os elétrons com carga negativa circundam o núcleo. O **número atômico** é o *número de prótons no núcleo*.

Em se tratando de elementos, existem mais de cem e podem ser distribuídos na tabela periódica de acordo com suas famílias e períodos que pertencem. As famílias correspondem as linhas verticais e os períodos as linhas horizontais.

## Tabela Periódica dos Elementos

Metais alcalinos  
Metais alcalinos-terrosos  
Metais de transição  
Lantanídeos  
Actinídeos  
Outros metais  
Não-Metals  
Gases nobres  
Sólidos  
Líquidos  
Gases  
Sintético

Nota: Os números de subgrupos 1-10 foram adotados em 1984 pela International Union of Pure and Applied Chemistry (União Internacional de Química Pura e Aplicada). Os nomes dos elementos 112-118 são os equivalentes latinos desses números.

Massas atômicas em parênteses são aquelas do isótopo mais estável ou comum.

Copyright © 1997 Michael Deegan (michael@degan.com) http://www.degan.com/periodic/

(Fonte: [http://www.fdez.com.br/images/uploads/818578tabela\\_periodica.jpg](http://www.fdez.com.br/images/uploads/818578tabela_periodica.jpg))

Acesso em 14/02/2010).

Observando a tabela periódica, percebe-se que a quantidade de elementos nela apresentados é muito pequena em relação à dimensão de tudo que temos a nossa volta. Isto se deve aos chamados compostos, que são as substâncias combinadas em dois ou mais elementos diferentes. Os compostos que possuem Carbono são denominados compostos orgânicos e os demais de inorgânicos ou iônicos para os que possuem cargas.

Os átomos podem participar como íons ou combinar e formar moléculas. Uma molécula são átomos ligados em um arranjo e o íon é um ou mais grupos de átomos com carga positiva (cátion) ou negativa (ânion).

As moléculas podem se apresentar em fórmula química (composição em apenas símbolos químicos), molecular (identifica-se a quantidade e quais átomos estão presentes) e estrutural (forma como os átomos estão ligados na molécula). Assim serve também para os compostos iônicos.

#### *Nomenclatura dos compostos*

**Cátions**, seu nome vem precedido pela palavra *íon* e, em seguida, o nome do seu elemento juntamente com seu número de oxidação (quantidade de carga presente). Ex.: íon sódio ( $\text{Na}^+$ ) ou íon ferro (II) ( $\text{Fe}^{2+}$ )

**Ânions** - precede-se da palavra *íon* e em seguida o seu elemento com o sufixo *eto*. Ex.: íon fluoreto ( $\text{F}^-$ ), íon cianeto ( $\text{CN}^-$ ).

**Compostos iônicos**, faz-se a combinação das cargas e nomeia-os com o nome do *ânion de* e o nome do cátion.

#### *Mols e Massa Molar*

Um mol, de acordo com experimentos, é respectivo à quantidade de matéria que possui tantas partes quanto o número de átomos em exatamente 12 gramas de  $^{12}\text{C}$ .

A massa molar é a massa correspondente a 1 mol de partículas da espécie (átomos, moléculas, íons, etc.)

#### *Misturas e Soluções*

As misturas são as junções de substâncias mais simples, identificáveis a olho nu ou por microscópios. Podem ser:

- **homogêneas** - soluções que apresentam uma única fase e uniformidade (Ex.: Água e álcool).
- **heterogênea** - apresentam duas ou mais fases (Ex.: óleo e leite).

Entretanto, há misturas heterogêneas que tem sua visualização possibilitada somente com microscópios (Ex.: Leite, sangue).

#### **Separação de misturas**

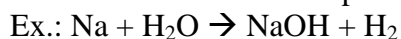
Técnicas: **crystalização**, **precipitação**, **decantação**, **cromatografia**, **adsorção**, **destilação**, entre outras.

#### **Molaridade**

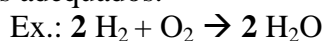
A molaridade ou concentração molar é a quantidade de moléculas do soluto (mol) numa quantidade de volume da solução (Litros).

#### **Equação química**

As reações químicas são processos de transformação química e podem ser representadas pelas equações químicas. Para tanto, necessita-se de um ou mais reagentes, que após a adição de um outro reagente ou de calor, podem se transformar em outro material determinado como produto.



Quando não se tem uma equação balanceada, ou seja, em que a quantidade de átomos no reagente não for a mesma que nos produtos, deve-se balancear com os coeficientes adequados.



#### *Ácidos e Bases*

Assim como tentavam definir o átomo, também ocorreu com os ácidos e bases. Antes, os ácidos eram conhecidos como substâncias azedas e básicos os que tinham gosto de sabão. Hoje, entretanto, existem indicadores de pH que determinam quais são ácidos, básicos e quanto é o seu grau de acidez.

Em 1884, Arrhenius determinou que ácidos são compostos capazes de formar prótons e básicos os que produzem hidróxido na água. Já em 1923, veio a teoria de Bronsted-Lowry que definiam ácido como doador de prótons e básico o aceitador ou receptor de prótons.

Como cada ácido é diferente em relação as suas propriedades, é também diferente em intensidade - esta a capacidade de formação de íons. A seguir, há uma comparação para determinar quem é considerado mais forte ou mais fraco:

-**Ácido forte** – quando há perda total de prótons em solução.

-**Ácido fraco** – quando há perda parcial de prótons em solução.

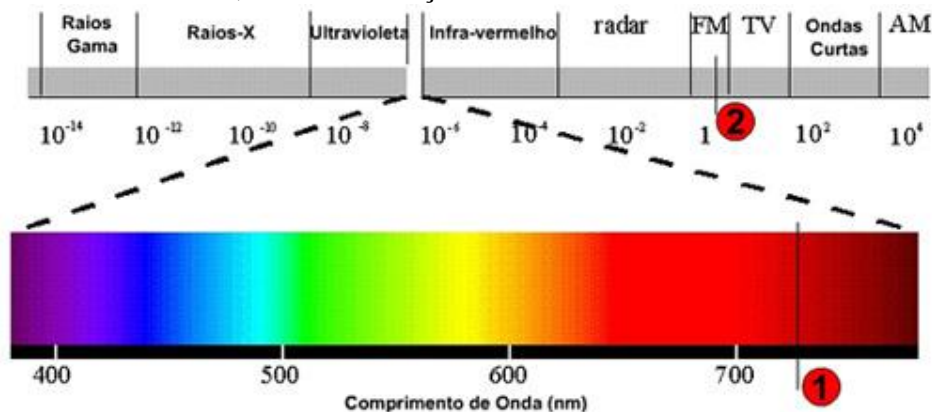
-**Base forte** - quando há ganho total de prótons em solução.

-**Base fraca** – quando há ganho parcial de prótons em solução.

As reações *redox* correspondem às combinações de reações de oxidação e redução. Para as reações de oxidação ocorre a perda de elétrons (agentes redutores) e a redução - o ganho de elétrons (agentes oxidantes). Para tanto, como a quantidade de reagentes e a de produtos devem ser iguais, as cargas também devem ser iguais, e por isso faz-se o balanceamento estequiométrico.

### Átomos: o mundo quântico

A radiação eletromagnética é muito utilizada para estudo, pois afeta partículas carregadas, os elétrons empurrando em uma certa direção e intensidade podendo determinar intensidade, brilho e radiação.



(Fonte: <http://efeitoazaron.com/wp-content/uploads/2007/05/espectro.jpg>

Acesso em 14/02/2010).

Baseado no princípio da incerteza da dualidade de onda-partícula, não é possível saber a localização e o momento ao mesmo tempo, pois são especificados a cada instante.

O número quântico principal é um número inteiro que indica os níveis de energia, sendo o mais baixo o nível 1 conhecido como estado fundamental do átomo. Este dado pode ser calculado por uma equação de Schrödinger desde 1927.

Os orbitais atômicos são as funções de onda de elétrons em átomos; são representados por superfícies limite, ou seja, as regiões de nuvem eletrônica onde há a maior probabilidade de ser encontrado. Os principais e mais observados orbitais são: *s*, *p* e *d*. O orbital *f* é para os que possuem número atômico ainda maior como os lantanídeos e os actinídeos.

Um elétron possui dois estados de *spin* representados por setas ou números quânticos magnéticos de *spin* positivo ou negativo. Isso mostra os movimentos dos elétrons e que estes não ficam estacionados.

Em 1925, W. Pauli desvendou o que hoje é conhecido como princípio da exclusão de Pauli, uma regra para combinação dos elétrons e os orbitais que diz: *um orbital pode ser ocupado por, no máximo, dois elétrons ou dois spins, tendo sempre que completar sua camada de valência.*

Uma segunda regra, de Hand, diz que por possuir átomos com estado mais alto de energia, estes são os estados excitados (instáveis) com a tendência de retornar ao orbital que estabeleça o estado de energia mínima ao mesmo.

A formação de ligações depende das transferências de elétrons, e para isso há a energia de ionização que é a energia necessária para remover um elétron do átomo na fase gasosa. A primeira energia de ionização é para remoção de um elétron do átomo neutro na fase gás e já na segunda energia de ionização é para remoção de um elétron de um cátion na fase gás.

A afinidade eletrônica é a energia liberada quando o elétron liga-se ao átomo na fase gasosa. Já uma afinidade eletrônica negativa necessita-se de energia para que haja ligação.

### **Ligações Químicas**

A **ligação iônica** é a razão da atração eletrostática de íons com carga opostas e sua formação se deve as estruturas cristalinas.

As **ligações covalentes**, dos não metais, são as ligações formadas por compartilhamento de pares de elétrons dos átomos até que se complete o octeto podendo formar apenas ligação simples, dupla ou tripla.

Quando há varias ligações de estruturas iguais, há uma condição de que cabe fusão entre elas, chamada híbridos de ressonância de forma que se possa ter propriedades intermediárias.

Quando não há o total preenchimento dos *spins* no orbital, são chamados de radicais e são muito reativos.

Os átomos e íons que distorcem facilmente são muito polarizáveis, e os que têm capacidade de provocar uma distorção possuem o poder de polarização.

As forças das ligações químicas são variáveis pela sua energia de dissociação, quanto maior a energia, mais forte são as ligações. O comprimento destas ligações correspondem às distâncias dos centros atômicos.

### **Força e estrutura das moléculas**

Outro modelo que representa as moléculas é a de VSEPR (modelo da repulsão dos pares e elétrons da camada de valência) e que são, portanto, representadas por diferentes ângulos, dependentes da energia de repulsão. Para tanto, há formas geométricas básicas como linear e angular para três átomos ou trigonal planar, tetraédrica, pirâmides, para quatro ou mais átomos na molécula.

Este modelo da repulsão depende da concentração de elétrons. Quanto maior, mais o afastamento; sempre tendem à repulsão. Os pares de elétrons isolados também contribuem para formação de molécula e estes tendem a uma repulsão ainda maior que as demais ligações, comprimindo os demais ângulos.

Na variação destes ângulos dá para se ter uma ideia de moléculas polares e apolares. As moléculas apolares são aquelas em que seu momento dipolo elétrico é igual a zero e as polares diferentes de zero. As estruturas de forma linear devem ser



apolares, devido a sua igualdade, caso contrário teria a forma angular, distorcendo e ter o momento dipolo diferente de zero.

De acordo com a teoria da ligação de valência, para os variados tipos de ligações têm-se as seguintes denominações: uma ligação *sigma* refere-se a uma ligação simples. Para ligações duplas, estas possuem uma ligação *sigma* e *uma pi* (dois elétrons estão em dois lobos do eixo) e para ligações triplas constituem-se de uma *sigma* e *duas pi*.

Ainda assim existem casos em que sua molécula não possui forma estável, tendendo então à hibridação dos orbitais. Eles estabilizam melhor com o rearranjo e a combinação dos orbitais movendo-se os elétrons da última camada de valência.

#### *Teoria do Orbital Molecular*

A teoria do TOM explica as razões por que antes não se entendia como se dava a existência de compostos deficientes em elétrons e os paramagnetismos. Nesta teoria, todos os elétrons de valência estão deslocalizados na molécula, eles são excitados e passam para outro orbital. Estes orbitais provêm da combinação linear dos orbitais atômicos e os que possuem menor energia são chamados orbitais ligantes ou para os que possuem mais energia, orbitais antiligantes.

A teoria do TOM explica propriedades elétricas como condutores eletrônicos correspondentes aos elétrons deslocalizados, condutores metálicos que diminuem a eficiência com aumento de temperatura ou o semiconductor que aumenta eficiência com aumento de temperatura.

Quando uma região de orbitais moleculares está vazia é chamada de banda de condutividade e as bandas completas, de bandas de valência.

#### **Propriedades dos gases**

As primeiras leis dos gases começaram em 1662 com R. Boyle. A Lei de Boyle determina que o volume de uma quantidade de gás diminui com o aumento de pressão sendo um isoterma. A lei de Charles determina que a uma pressão constante, o volume de gás aumenta com o aumento de temperatura. A lei de Avogadro diz-se que, em temperatura e pressão constante, o volume molar é a quantidade de mol de moléculas que nele ocupa.

Combinando as três leis, tem-se certa proporção denominada Lei dos gases ideais, uma equação de estado que relaciona mudanças tanto de pressão, temperatura e volume e é dado por:

$$PV = nRT$$

Com relação à densidade, esta é a razão da massa da amostra pelo volume. Para pressão e temperaturas fixas, quanto maior a massa molar, maior a densidade; e a temperatura constante, a densidade aumenta com o aumento de pressão.

Para misturas de gases, a pressão não é a mesma como uma substância simples devendo seguir a lei das pressões parciais, ou o somatório das pressões parciais dos componentes presentes.

Concluindo, para o modelo cinético dos gases tem-se quatro hipóteses: (Atkins, 2006)

- um gás é uma coleção de moléculas em movimento aleatório contínuo;
- as moléculas de um gás são pontos infinitesimalmente pequenos;
- as partículas se movem em linha reta até se colidirem;
- as moléculas não influenciam umas as outras, exceto durante as colisões.

Estas hipóteses permitem obter uma relação quantitativa da pressão e velocidades das moléculas.

#### **Líquidos e Sólidos**

As fases intermoleculares são responsáveis pelas fases sólida, líquida e gasosa da matéria e, no caso da fase condensada, servem apenas para sólidos e líquidos. Quando se tem íons, estes também exercem forças citadas abaixo:

-forças íon-dipolo - a interação do íon com a carga polar da molécula.

-força dipol-dipolo - a interação das cargas dos dipolos das moléculas.

-forças de London - a interação de moléculas que possuem o dipolo em diferentes direções e age também com moléculas apolares, conhecido como momento dipolo-induzido.

Há a ligação de hidrogênio que é bem forte, devido a sua interação e faz apresentar altos pontos de ebulição. Essa ligação deve-se à presença de um hidrogênio com elementos fortemente negativos, **N**, **O** e **F**.

Nos líquidos, é possível calcular suas forças intermoleculares pela viscosidade (resistência ao escoamento). O que existe na camada externa física do líquido chamamos de tensão superficial devido a todas estas forças interagidas e como se pode perceber, nesta fase pode se movimentar bastante, logo, encontra-se em constantes colisões. O líquido possui a ordem de curto alcance devido às quebras das interações serem mais fáceis que os sólidos.

Já no caso dos sólidos, estes possuem ordem de longo alcance pelo arranjo ordenado é possível de terem grandes comprimentos. Os arranjos ordenados nos sólidos amorfos são os sólidos que aparentemente são imóveis, mas suas moléculas estão desordenadas. Ex.: borrachas, vidros.

Os sólidos cristalinos são classificados por suas ligações:

- sólidos metálicos ou os metais têm seus cátions unidos por um “mar de elétrons” possuindo estrutura de um empacotamento compacto.

- sólidos exercem uma atração mútua de cátions e ânions possuindo uma estrutura de sal de rocha.

- sólidos moleculares possuem como base as forças intermoleculares e possuem temperatura de fusão menores.

-sólidos reticulares são ligados por covalências, formando uma rede cristalina e, por consequência, um alto ponto de fusão e de ebulição.

Os sólidos possuem algumas propriedades como a maleabilidade que é a mudança por pressão e a ductibilidade ou a capacidade de transformação em fios como cobre. Nas ligas metálicas. encontra-se a liga homogênea que se distribui uniformemente - como o latão e o bronze – ou, então, as ligas heterogêneas que são misturas de fases com composição diferente como solda de estanho-chumbo.

### **Termodinâmica**

É o estudo da transformação de energia. Particularmente, a primeira lei acompanha sua variação e permite o cálculo da quantidade de calor de uma reação, tendo como base a calorimetria e a energia interna de um sistema isolado é constante.

Em muito processos, a energia interna de um sistema (troca de energia com sua vizinhança) muda em consequência do trabalho e do calor. O trabalho é dado como a força *versus* a distância, e, ao ser realizado, a energia interna pode ser alterada. Há os trabalhos de expansão que são realizados contra uma força externa e o de não-expansão que envolve variações de volume.

O calor é um tipo de energia interna que é transferida pela diferença de temperatura e é possível calcular pela capacidade calorífica ou a razão do calor fornecido e o aumento de temperatura.

Para aplicar a primeira Lei é necessário saber a qual sistema está sendo utilizada. Num sistema isolado não pode haver variação de energia. Se o sistema tiver

parede adiabática (não transmite calor) a energia é fornecida em trabalho. As transferências na forma de calor são as diatérmicas.

A energia interna é armazenada como a energia cinética e potencial. Um sistema de temperatura mais alta tem sempre energia interna maior.

A transferência de calor sob pressão constante é nomeado entalpia (H), e, em um mesmo sistema, a sua variação é igual ao calor liberado (processo exotérmico  $\Delta H < 0$ , as moléculas ficam mais separadas) ou absorvido (processo endotérmico  $\Delta H > 0$ , o contato aumenta com as moléculas) em pressões constantes.

Para as entalpias de reação são as variações de entalpia por mol de moléculas expressas pelos números estequiométricos das equações químicas.

Para volumes constantes, a transferência de calor é interpretada como  $\Delta U$ , sendo, às vezes, necessária a conversão de  $\Delta U$  para  $\Delta H$  foi formulado a equação:  $\Delta H = \Delta U + (n_{\text{final}} - n_{\text{inicial}})_{\text{gás}}RT$

Quando reagentes estão em entalpia estado padrão ( $\Delta H^\circ$ ) e transforma em produtos dizemos entalpias padrão de reação e são registrados para temperaturas de 298,15K.

Quando se tem várias reações, calculamos sua variação pela Lei de Hess que diz “a entalpia total da reação é a soma das entalpias de reação das etapas em que a reação pode ser dividida” Atkins, 2006.

Citando os tipos de entalpias, temos:

- entalpia padrão de formação, que é quando sua substância encontra-se na forma mais estável;

- entalpia de rede que é a entalpia entre sólido e um gás usando ciclo de Born-Haber que forma redes sólidas a partir de íons na fase gasosa.

- entalpia de ligação é a formação dos produtos pela recombinação das substâncias, calculada pela diferença de entalpia padrão molar da molécula e seus fragmentos.

A segunda e terceira leis explicam por que algumas reações ocorrem, e outras não.

Uma mudança espontânea ocorre normalmente sem indução ou influência externa. A entropia (S) relaciona-se ao grau de desordem ao qual vemos a tendência do universo, ao de maior desordem. A entropia de um sistema isolado **umenta** qualquer processo espontâneo, ela é uma função de estado. É normal a variação de entropia com o aumento de temperatura.

Uma menor entropia de padrão molar se deve a uma maior ligação rígida da molécula. A entropia padrão de reação é a diferença entre entropia padrão molar dos produtos e dos reagentes. Quanto maior a produção de gás, maior a entropia. Atkins, 2006.

Concluindo, se a variação total de entropia é positiva, o processo é espontâneo. Uma reação exotérmica tende ao aumento desta entropia.

A variação de energia livre é uma medida da mudança de entropia total de um sistema e sua vizinhança, quanto às temperaturas e pressões constantes. Quanto menor a energia livre, mais espontânea é a reação.

A energia livre padrão de formação é a energia livre padrão de reação por mol da formação de um composto a partir de seus elementos na forma mais estável.

Os trabalhos não-espontâneos são trabalhos não providos da expansão contra uma pressão e inclui o trabalho elétrico e mecânico.

### **Equilíbrios Físicos**

A pressão de vapor é uma pressão exercida pelo vapor que se encontra em equilíbrio dinâmico com o líquido ou o sólido. Esta pressão aumenta com o aumento de temperatura.

Quando aquecemos um líquido, e a pressão de vapor atinge a pressão atmosférica, denomina-se vaporização. Já as bolhas formadas no líquido é o ponto de ebulição, na qual a pressão de vapor do líquido é 1 atm.

O ponto de congelamento é a temperatura na qual ele congela em 1 atm. Portanto, caso haja o aumento de pressão, aumenta também o ponto de congelamento.

Para melhor visualização é montado um gráfico denominado diagrama de fases que mostram as fases mais estáveis em diferentes pressões e temperaturas. O ponto triplo - quando três limites de fase encontram-se e então coexistem em equilíbrio dinâmico. O fluido supercrítico é um fluido denso e, mesmo que seja um gás, pode agir como solvente.

A constante de Henry depende dos gases, solvente e temperatura. Em temperatura constante, a pressão e a solubilidade do gás dobram. A solubilidade é diretamente proporcional às suas pressões parciais, em contrapartida, são menores em pressões mais altas.

Quando se tem entalpia de solução negativa, as energias são liberadas em calor, mas para verificar a espontaneidade, calcula-se apenas pela variação de energia livre.

As propriedades coligativas são propriedades que não dependem da razão de moléculas do soluto e do solvente ou a molaridade.

Para um abaixamento da pressão de vapor, a pressão de vapor de um solvente é proporcional à sua fração molar e m uma solução, Lei de Raoult.  $P = x_{\text{solvente}} P_{\text{puro}}$ . Na presença de um soluto não volátil, a pressão de vapor do solvente diminui.

A elevação do ponto de ebulição ocorre quando um soluto não-volátil se apresenta e baixa a pressão de vapor do solvente, e o ponto de ebulição aumenta.

No abaixamento do ponto de congelamento, há uma diminuição do ponto de congelamento provocado por um soluto.

Outra propriedade é a osmose, que tende ao movimento de um solvente para a solução mais concentrada de forma a manter um equilíbrio.

### **Equilíbrio Químico**

O equilíbrio químico tem-se quando não há mais tendência de mudança de reação ou as concentrações ou pressões parciais de reagente e produtos. Numa equação, é fácil a observação pelas setas e velocidade de reação direta e inversa, e sua composição permanece constante.

Guldberg e Waage desvendaram a constante de equilíbrio de uma mistura em equilíbrio numa certa temperatura, a lei da ação das massas no qual determina que a composição de uma mistura de reação tem-se uma constante de equilíbrio (K) e que é a razão da pressão parcial dos produtos pela pressão parcial dos reagentes.

As equações em equilíbrio são representadas, normalmente, com os menores valores estequiométricos, pois isto reflete no valor de K. Quando há maior formação de produtos, o valor de K tende a ser maior e vice-versa.

Pelo princípio de Le Chatelier, quando há uma certa perturbação, a reação tende a minimizar este efeito, ou seja, se houver um aumento de produtos a tendência é a de formação dos reagentes. A temperatura também interfere no equilíbrio como, por exemplo, uma reação endotérmica, se houver o aumento de temperatura favorecerá a formação dos produtos.

Um detalhe que não há influência é a adição de catalisadores, pois servem apenas para aumentar a velocidade sem interferir na reação, tanto dos reagentes quanto dos produtos.

### **Ácidos e Bases**

Como já dito na introdução, vários químicos denominaram ácidos e bases. Bronsted-Lowry diz que os ácidos são doadores de prótons e base o aceitador dos prótons, ele só pode agir como ácido na presença de uma base para aceitar ou transferir os prótons. Um ácido será forte se estiver totalmente desprotonado em solução e ácido fraco o que tiver apenas desprotonação. Já uma base forte será a que estiver totalmente protonada e a fraca protonada parcialmente. A base conjugada será determinada quando houver doação de prótons.

Lewis diz que um ácido é que aceita par de elétrons e a base que doa os pares de elétrons, formando ligações covalentes coordenadas. Neste caso, um próton é um ácido que se liga a um par isolado de elétrons fornecidos pela base.

Os óxidos podem reagir com a água, formando óxidos-ácidos ou óxidos-básicos. Os óxidos-ácidos são compostos moleculares e os básicos compostos iônicos.

Os metais formam os óxidos-básicos e os ametais os óxidos-ácidos. Com alguns metais, apenas deve-se ter um cuidado, pois formam óxidos anfóteros que podem reagir tanto com ácido quanto com bases. A água considera-se anfiprótica, pois pode agir como doadora e aceitadora de prótons.

Expressando agora a acidez quantitativamente pela concentração da molaridade avaliamos o pH apresentado (quantidade de íons hidrônio) dado:  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ , sendo o  $\text{pH}=7$  para neutros,  $\text{pH}<7$  para ácidos e  $\text{pH}>7$  para básicos. O mesmo ocorre para cálculo de basicidade, porém o  $\text{H}_3\text{O}^+$  é substituído por  $\text{OH}^-$  (íons hidroxila).

Para relacionar um óxido e sua base conjugada, quanto mais forte o ácido, mais fraca é a sua base conjugada e vice-versa. A polaridade da ligação ou a eletronegatividade do elemento, maior será a acidez.

Já na presença de oxigênio, quanto maior o número de oxigênio e maior a eletronegatividade dos átomos, mais ácido será.

Para análise de pH de soluções salinas, tem-se que todos os cátions que são ácidos conjugados de bases fracas produzirão soluções ácidas. O mesmo ocorre para cátions de metal pequeno e com carga elevada, e os sais de bases conjugadas dos ácidos fracos produzirão soluções básicas em água.

Um ácido poliprótico é o que possui a capacidade de doar mais de um próton e a base poliprótica de aceitar mais que um próton.

### **Equilíbrios em Água**

Mudando agora para certa solução em que se queira adicionar ácidos ou bases sem que haja diferença brusca de pH, é necessário que se misture uma solução tampão, mistura esta que estabiliza o pH. Sua capacidade tamponante é determinada pela concentração e pelo pH. Um tampão mais concentrado tende a reagir mais do que um menos concentrado.

Quando se quer determinar a concentração de uma mistura desconhecida, pode-se fazer uma titulação pela adição de uma solução titulante até que se encontre o ponto de equivalência que será a quantidade equivalente de *mols* na mistura, formando uma curva de pH.

Na titulação de ácidos fortes e bases fortes tem-se por ponto estequiométrico  $\text{pH}=7$ . Para titulação de ácidos fortes e bases fracas ou vice-versa, tem-se no seu ponto um  $\text{pH}<7$  ou  $\text{pH}>7$  mesmo estando no seu ponto de neutralização.

Outras formas de medir o pH da solução é através de pHmetros, fitas indicadoras de pH ou soluções indicadores (ácido-base).

A titulação de um ácido poliprótico tem um ponto estequiométrico correspondente à remoção de cada átomo de hidrogênio ácido. O pH de uma solução de ácido poliprótico que está sendo titulada é estimado examinando-se as espécies principais em solução e o equilíbrio de transferência de prótons que determina o pH.

Às vezes, uma solução pode conter íons não-precipitados de sais pouco solúveis e que não se sabe como remover. Uma solução é a utilização do chamado efeito do íon comum, que fará com que diminua a solubilidade através da adição de um íon comum, pois este íon tende ao equilíbrio de ajustar-se, diminuindo a concentração dos íons adicionados.

Quando houver a necessidade de precipitar alguns íons, deve-se analisar esta mistura para saber se há chance de precipitá-los ou não. Neste caso, considerando-se a constante de equilíbrio o produto de solubilidade e o quociente da reação, a precipitação ocorrerá quando o quociente for igual ou maior que a constante. Já para a dissolução de precipitados, ao remover um íon da solução, a solubilidade do sólido pode ser aumentada usando-se ácidos para dissolução dos hidróxidos, sulfetos, sulfitos e carbonatos.

### **Eletroquímica**

É a transformação de reações químicas em eletricidade. Basicamente uma equação redox inicia-se pelas semi-reações de oxidação ou redução que indicam o movimento dos elétrons. Em seguida, deve-se juntar as semi-reações balanceando levando em consideração o número de elétrons ganhos e liberados.

Uma célula eletroquímica ou célula galvânica é um dispositivo em que uma corrente elétrica é produzida por uma reação espontânea ou usada para ocorrer uma reação não espontânea. As células galvânicas são constituídas por dois eletrodos sendo um ânodo (oxida) e um cátodo (reduz) e para cada reação tem-se um potencial elétrico para que se force a passagem no circuito. No sistema internacional (SI) sua unidade é volt (V).

Como existem muitas células, cabe ao estudo uma forma mais prática, através, então, dos potenciais padrão de eletrodo. Estes são determinados para as semi-reações podendo calcular posteriormente os diferenciais nas reações por:  $E^0 = E^0_{\text{reduz}} - E^0_{\text{oxidante}}$ .

Pode-se calcular também as constantes de equilíbrio pelos dados eletroquímicos dos potenciais padrão de combinação das semi-reações para chegar à reação de interesse e determinar o potencial padrão da célula.

Na eletrólise ocorre o inverso da eletroquímica, pois é utilizada uma energia elétrica para ocorrer reações não-espontâneas. A célula eletrolítica é diferente da célula galvânica. O potencial fornecido a uma célula eletrolítica deve ser no mínimo igual ao potencial da reação a ser invertida.

De acordo com a Lei de Faraday, na eletrólise, a quantidade do produto formado ou reagente consumido pela corrente elétrica é equivalente à quantidade de elétrons fornecidos.

A eletrólise é muito aplicada para extração de metais em sais, preparo de cloro, flúor etc. Muito comumente ocorre a corrosão ou a oxidação de metais, temas que pertencem ao estudo da eletroquímica, podendo-se evitar esses processos, por exemplo, com a proteção e uso de outros materiais.

### **Cinética Química**

Estuda as velocidades das reações. A velocidade é a distância ou percurso de uma reação por determinado tempo. Na química são consideradas as variações de concentração de um dos reagentes ou produtos pelo tempo.

A velocidade instantânea de uma reação é a inclinação da tangente no gráfico da concentração *versus* o tempo no instante de interesse. Na maioria das vezes, a velocidade decresce enquanto a reação percorre.

A lei da velocidade segue como a equação: **Velocidade = constante x [concentração]<sup>x</sup>** Para saber a que ordem pertence, basta analisar a potência da concentração e a ordem total é a soma das ordens das espécies.

Pela lei da velocidade integrada é possível saber a concentração de reagentes ou produtos em qualquer tempo após o início da reação pelo fato de a velocidade ser constante.  $[A]_0 - [A] = kT$  e em  $t = [A]_0 / k$  a reação termina porque não tem mais reagentes.

O termo de meia-vida é utilizado para determinar o tempo em que a quantidade de material cai pela metade, por isto é possível, por exemplo, estudar há quantos anos um corpo está morto, por exemplo.

As reações que ocorrem de forma “explosiva” são chamadas reações em cadeia. Elas ocorrem através de um intermediário que reage produzindo outros e os mesmos também passam a produzir outros menores de tão reativos que são.

No equilíbrio, as velocidades de reação direta e inversa são iguais, pois as constantes de concentração e de velocidade também são iguais. Em relação à temperatura, percebe-se a dependência para as velocidades das reações e, com um pequeno aumento, pode-se até dobrar sua velocidade.

Em um gráfico de cinética, tem-se um pico que indica a energia de ativação, ou seja, é naquele determinado ponto de energia que se deve chegar para que a reação ocorra e pode ser diminuída com a utilização de um catalisador.

De acordo com a teoria das colisões das reações, uma reação só ocorrerá se os reagentes colidirem com uma energia cinética, no mínimo igual à energia de ativação e se tiverem uma orientação correta.

Se duas moléculas conseguem adquirir energia suficiente para uma reação, ela atingirá o complexo ativado, capaz de atravessar uma barreira energética.

### **Os elementos: Os primeiros quatro grupos principais**

Os raios atômicos decrescem da esquerda para a direita em um período e crescem de cima para baixo em um grupo. As energias de ionização crescem ao longo de um período e decrescem de cima para baixo em um grupo. As afinidades eletrônicas e as eletronegatividades são maiores nos elementos próximos do flúor. As polarizabilidades decrescem da esquerda para a direita ao longo de um período e crescem de cima para baixo em um grupo. (Atkins, 2006)

A valência e o estado de oxidação estão diretamente relacionados à configuração eletrônica da camada de valência do grupo. Hidretos binários são classificados como salinos, metálicos ou moleculares. Os óxidos dos metais tendem a ser iônicos e a formar soluções básicas em água. Os óxidos dos ametais são moleculares e são os anidridos ácidos. (Atkins, 2006)

O elemento particular hidrogênio é um ametal mais abundante, muito leve e possui velocidades altas de movimentação. É um gás insípido, incolor e inodoro que interage por forças de London muito fracas, ou seja, se condensa apenas a baixíssimas temperaturas e apresenta densidade também muito baixa.

Os metais alcalinos são os metais mais reativos, facilmente oxidáveis. Seus metais puros são obtidos pela eletrólise de sais, pois não são facilmente extraídos ou encontrados livres na natureza. São leves e apresentam cor cinza prateado. Como enquanto puro a sua ligação é fraca, acabam por ter pontos de fusão, ebulição e densidade baixos. A maioria de seus compostos são iônicos e grandes agente redutores.

Os metais alcalinos terrosos são muito reativos e também não são encontrados livres na natureza, sendo, portanto, obtidos pela eletrólise ou por redução com alumínio. Todos os elementos, menos o Berílio, reagem com água devido a um filme óxido protetor. Quando em chama aparentam cores diferentes, e devido a isto são bastante utilizados em fogos de artifício.

A família do boro pertence já aos ametais. Os elementos não são muito eletropositivos nem eletronegativos. Possuem energia de ionização relativamente alta e formam ligações covalentes. Como apresentam apenas três elétrons na camada de valência, acabam por formar octetos incompletos. O óxido de boro é um anidrido ácido. O alumínio possui um certo caráter ametálico e seus óxidos são anfotéricos.

A família do carbono é tão importante quanto a química orgânica que depende totalmente dela. São ametais e formam compostos covalentes com os ametais e iônicos com os metais. Os óxidos de carbono e silício formam ácidos. O carbono é o único que normalmente forma ligações múltiplas com ele mesmo e pode se apresentar como sólido em diamante, grafite etc.

#### **Os elementos: Os últimos quatro grupos principais**

A família do Nitrogênio varia bastante em relação às suas propriedades. Particularmente, o nitrogênio possui algumas características diferentes. Ele é muito eletronegativo e forma hidretos capazes de formar ligações de hidrogênio. Como seus átomos são pequenos, podem formar ligações múltiplas e seu número de oxidação é variável. Ele é muito pouco reativo como elemento, mas é muito abundante na atmosfera.

A família do oxigênio necessita de apenas mais dois elétrons para completar a camada de valência. O Oxigênio é o elemento mais abundante na crosta terrestre, é um gás incolor, insípido e inodoro. Por ter dois elétrons desemparelhados, a molécula se torna paramagnética. As eletronegatividades decrescem de cima para baixo e os raios iônicos e atômicos aumentam.

A família dos halogênios possui alta eletronegatividade diminuindo de cima para baixo. O flúor tem algumas propriedades anômalas como sua força de agente oxidante e as baixas solubilidades da maior parte dos fluoretos.

O último grupo dos gases nobres possui reatividade muito baixa e encontram-se na atmosfera como gases monoatômicos. Esses gases, exceto o hélio e o radônio, são obtidos pela destilação fracionada do ar líquido. O xenônio é o único gás nobre que forma uma série de compostos com flúor e oxigênio. Os fluoretos de xenônio são poderosos agentes de fluoração e os óxidos de xenônio, oxidantes.

#### **Os elementos: bloco D**

Estes elementos pertencem ao chamado bloco de transição, pois possuem tanto os metais bastante reativos quanto os poucos reativos. A subcamada D possui muitos elementos paramagnéticos e é responsável pela coloração variada dos compostos destes elementos. Todos os elementos deste bloco são metais e bons condutores elétricos. Há os metais mais maleáveis e dúcteis. Seus pontos de ebulição são normalmente mais altos que os outros elementos principais. Os raios atômicos são muito semelhantes.

As propriedades químicas deste bloco tendem a perder elétrons ao formar compostos e a maioria tem mais de um estado de oxidação. A faixa dos estados de oxidação dos elementos do bloco D aumenta na direção do centro do bloco. Compostos nos quais os elementos do bloco D tem estados de oxidação elevados tendem a ser oxidantes e vice-versa. O caráter ácido dos óxidos cresce com o estado de oxidação do elemento.



Os elementos do período 4 são obtidos, quimicamente, a partir de seus minérios, com facilidade de redução crescendo da esquerda para a direita na tabela. Já os metais dos grupos 11 e 12 são facilmente reduzidos a partir de seus compostos e apresentam baixa reatividade.

Muitos elementos também podem formar complexos, os quais mudam as colorações das soluções. O complexo é formado por um íon ou átomo metálico central e se ligam a outros íons ou moléculas por ligações coordenadas.

### **Química Nuclear**

Uma reação nuclear ocorre quando há mudança na composição de um núcleo. A radioatividade é produzida pelo decaimento nuclear. As reações nucleares podem levar a diferentes elementos e emitir radiação sendo os mais comuns as partículas alfa, beta e gama.

Os núcleos estáveis encontram-se numa banda ou estabilidade cercada por um mar de instabilidade. Os núcleos que têm números pares de prótons e nêutrons são os mais estáveis.

A formação de elementos é denominada nucleossíntese. A radiação nuclear tem tamanha energia que é possível ejetar elétrons dos átomos, os quais são muito utilizados em hospitais para destruir células dos tecidos.

No processo de fissão nuclear, o núcleo original quebra-se em dois ou mais núcleos menores e é liberada uma grande quantidade de energia. A fissão nuclear induzida é causada pelo bombardeamento de núcleos pesados com nêutrons e o núcleo quebra-se em dois quando atingido.

A fusão nuclear utiliza a energia liberada pela fusão de núcleos leves para formação de núcleos mais pesados.

### **Hidrocarbonetos Alifáticos**

São os hidrocarbonetos que não possuem o benzeno. Os hidrocarbonetos saturados possuem apenas ligações simples e insaturados, podem possuir ligações duplas e triplas. Há variadas formas de se representar as estruturas, em molecular, condensada, Lewis e estrutural.

Os compostos com a mesma fórmula molecular são chamados isômeros. Os isômeros estruturais possuem a mesma fórmula molecular, mas não a mesma estrutura. Os estereoisômeros têm a mesma conectividade, mas arranjos diferentes no espaço.

Inicialmente, os que apresentam apenas ligações simples são denominados alcanos. E as estruturas podem ser nominadas de acordo com a quantidade de carbono presente nelas. Assim, temos: metano (1 C), etano (2 C), por exemplo, para estruturas insaturadas que passam a se chamar de alquenos ou alquinos.

Algumas propriedades dos alcanos: são apolares, possuem interação das forças de London, passam por processos de funcionalização possibilitando a utilização em muitos outros compostos o que pode ser conseguida pela reação de substituição, na qual um grupo de átomos substitui outro átomo ou grupo da molécula original.

Os alquenos não se empacotam bem devido a ligação dupla tendo ponto de fusão mais baixos na qual dois átomos ou grupos em carbonos vizinhos são removidos e deixam uma ligação múltipla.

O mais comum das reações é a eliminação na qual átomos supridos pelo reagente formam ligação sigma com os dois átomos de ligação dupla. Os hidrocarbonetos aromáticos originários de odores são denominados arenos, pois contêm anel aromático. Os arenos são insaturados, mas não são muito reativos. Estes sofrem principalmente reações de substituição.

O petróleo é formado principalmente por hidrocarbonetos, que são separados no processo de refino por destilação fracionada e o carvão é de natureza essencialmente aromática.

### **Química Orgânica II: polímeros e compostos biológicos**

Na química orgânica, seus compostos possuem os grupos funcionais, os quais tem suas propriedades características.

Os halogenetos de alquila são compostos em que um átomo de hidrogênio é substituído por um halogênio. Sofrem reações de substituição nucleofílica. O álcool possui hidroxila, não ligado diretamente ao benzeno. É um composto orgânico e o mais conhecido é o etanol. Em sua nomenclatura é adicionado o sufixo *ol*. Podem ser alcoóis primário, secundário ou terciário. Os que possuem massas moleculares pequenas são líquidos, possuem pressão de vapor baixo e a volatilidade também é relativamente baixa.

Os éteres são mais voláteis que o álcool, menos solúveis em água e não são muito reativos. Possuem baixa polaridade e são inflamáveis.

Nos fenóis, o grupo hidroxila está ligado diretamente ao anel aromático. O fenol é sólido, branco e cristalino sintetizado do benzeno. É muito comum serem responsáveis pelas fragrâncias das plantas utilizados em óleos essenciais. São caracterizados ácidos fracos.

Um aldeído fica na extremidade da cadeia, ocorre em óleos essenciais e nos sabores de frutas. A cetona pode estar em qualquer outra posição da cadeia, exceto no primeiro ou último carbono. Elas podem também ser perfumadas.

Os aldeídos e cetonas podem ser preparados pela oxidação de alcoóis e os aldeídos são redutores, as cetonas não. O ácido carboxílico é um ácido fraco e pode ser preparado pela oxidação dos alcoóis e dos aldeídos com oxidantes fortes. Este formam o grupo  $\text{-COOH}$  com o sufixo *oico*.

O éster é produto da reação de um ácido carboxílico e um álcool. Muitos ésteres possuem odores agradáveis assim como o das frutas. Sua formação é pela reação de condensação.

Uma amina é derivada do  $\text{NH}_3$  e podem ser primários, secundários ou terciários, possuindo odores muitas vezes desagradáveis, que podem ser encontrados, por exemplo, em restos de decomposição. Aminoácido é um ácido carboxílico com grupo amina e um grupo carboxila. As aminas condensadas com ácido carboxílico formam amidas e suas forças intermoleculares são relativamente fortes.

Atualmente, muitos materiais modernizados são providos dos polímeros ou compostos com pequenas unidades repetidas na cadeia, como exemplo o plástico; estes podem sofrer polimerização por adição, via radicais e por condensação. Quando se tem mais de uma unidade repetitiva denominam-se copolímeros. Os polímeros fundem-se em uma faixa de temperaturas. São formados por cadeias longas e tendem a ser bastante viscosos. Quanto maior for a sua cadeia, mais resistente será e sua elasticidade pode ser maior quanto maiores forem as quantidades de ligações cruzadas na cadeia

### **Referências bibliográficas**

ATKINS, Peter. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2006.

3. BOUER, J. *Sexo & Cia: as dúvidas mais comuns (e as mais estranhas) que rolam na adolescência*. 2. ed. São Paulo: Publifolha, 2002.

Inez dos Reis de Oliveira  
Professora de Ciências e Biologia, formada em Ciências Biológicas pela  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

**Sobre o autor:** Jairo Bouer é médico psiquiatra formado pela Faculdade de Medicina e pelo Instituto de Psiquiatria da USP. Ficou conhecido por desenvolver, na mídia, programas voltados ao público jovem, abordando o tema sexualidade com bastante naturalidade e clareza. Assumiu em 1993 uma coluna no “*Folhateen*”, em que responde a dúvidas de leitores sobre sexualidade – matéria-prima deste livro, que é o seu segundo livro.

O livro é dividido em seis capítulos: Corpo, cabeça, sexo, DST e AIDS, gravidez e drogas. Em uma linguagem simples e objetiva, o autor responde às perguntas mais comuns, e também curiosas, de meninos e meninas com idade entre 11 e 22 anos, que não se sentem à vontade em expor suas dúvidas e problemas aos seus pais.

Ao longo dos capítulos, o Dr. Jairo também se preocupou em colocar quadros explicativos, que derrubam possíveis mitos sobre masturbação, gravidez, depilação masculina, acne, altura, tamanho do pênis, timidez, virgindade, menstruação, sexo anal e oral, DST, métodos anticoncepcionais e drogas. A importância do uso da camisinha é muito bem frisada por ele em todos os temas abordados.

Os assuntos sobre sexualidade são tratados de forma bastante natural, sem influências religiosas ou morais. Por exemplo, ao responder perguntas voltadas à homossexualidade, ele condena o preconceito e incentiva o autoconhecimento. Contudo, sobre o aborto ele se mantém neutro na sua resposta, mas afirma que a melhor solução é a prevenção. Quanto ao uso de drogas, houve uma preocupação em alertar os adolescentes para os efeitos colaterais de drogas legais, como o álcool e o cigarro e drogas ilegais, como maconha e cocaína.

Falar sobre o assunto sexualidade nem sempre é uma tarefa fácil, e essa falta de diálogo acaba gerando dúvidas, mitos, tabus e preconceitos. É

muito importante que, principalmente, na adolescência haja um maior esclarecimento sobre o tema, pois é uma influência positiva na formação de um adulto sem encanações e feliz com sua sexualidade. Desta forma, o livro torna-se um manual prático para pais preocupados, mas inibidos, e professores que procuram uma ferramenta de auxílio para as suas aulas de sexualidade.

No primeiro capítulo, as mudanças que ocorrem no corpo são os temas das perguntas. Muitos adolescentes se sentem estranhos e ficam ansiosos com essa fase conhecida como puberdade. O Dr. Jairo acalma os apressadinhos, mostrando que as mudanças variam muito de pessoa para pessoa e o começo das mudanças não tem data marcada. Nessa fase, onde os hormônios iniciam seu trabalho no organismo, podem surgir espinhas no rosto, nas costas e bumbum. Quando o caso é mais grave, o dermatologista é o profissional indicado a consultar. E alerta que espremer espinha pode deixá-la mais inflamada e marcar a pele do rosto. Quanto aos pêlos, eles também dependem de cada pessoa e, se mais ou menos, todos normais.

A altura também é um assunto que gera muitas dúvidas na garotada. Muitos se consideram baixos demais em relação aos seus colegas. O autor esclarece que a altura é uma característica genética, e que cada organismo tem seu momento de “estirão” e ter uma dieta rica e variada, com bastante atividade física, é a melhor receita para ajudar no crescimento. E em relação ao peso, existe hoje um interesse crescente pelo tipo físico ideal, o que acaba favorecendo buscas por dietas radicais e perigosas, principalmente na adolescência, alerta o médico. O certo é manter-se em atividades e lembrar que, devido a tantas mudanças corporais, o peso pode demorar um pouco para se normalizar.

O tamanho e a forma do pênis são as características que mais encanam os meninos. Na maioria das perguntas, os meninos demonstram preocupação de o seu órgão ser menor, torto ou um pouco encurvado. O doutor orienta os garotos que não é preciso se preocuparem. O tamanho da camisinha é importante na escolha correta, são três: o padrão, o extra (que é um pouco maior) e o *teen* (tamanho um pouco menor). Enquanto o tamanho do pênis ainda pode aumentar, a orientação aos garotos é utilizarem a do tamanho *teen*, mas não deixar de usá-la.

A vagina deve ser conhecida pelas meninas e pelos meninos também. Como o pênis é um órgão externo, é mais fácil para os meninos conhecê-lo do que para as meninas conhecerem sua própria vagina. O uso do espelhinho é um ótimo método para que a garota passe a ter familiaridade com sua intimidade, e assim não crie preconceito e inibição que venham a prejudicar sua vida sexual.

O hímen não deve ser um tabu, é uma membrana que recobre a entrada da vagina, e seu formato varia de menina para menina. Geralmente, ele se rompe na primeira transa. E a visita ao ginecologista é imprescindível; antes de se iniciar sexualmente, a garota deve tirar suas dúvidas com este especialista.

O seio é formado por glândulas e tecido gorduroso, seu tamanho varia de garota para garota. É questionada, pelo Dr. Jairo, a necessidade real e sensata *versus* a “febre” de colocação de silicone para ter mamas maiores, bem redondas e mais firmes - alerta para o modismo. E mamas pequenas não significam problemas de saúde e nem é empecilho para a amamentação. Quanto aos seios muito grandes, é recomendada a procura de um especialista para avaliar o caso, pois algumas meninas podem sofrer por causa do peso dos seios.

A menstruação marca o início da mocidade nas meninas, e menstruar é normal. A idade pode variar também e, em algumas pessoas, o período pré-menstrual pode ser marcado por muitas mudanças de humor e físicos, como se sentir mais inchada e com seios doloridos – esses são os sintomas da chamada TPM. Estando a garota menstruada, não há risco por lavar a cabeça, molhar os pés com água fria, entrar no mar, comer alimentos temperados, tomar sol ou fazer exercícios físicos, pois não passa de lenda crer que essas atividades não podem ser realizadas quando a menina está menstruada.

As emoções, muitas vezes, são o fator que mais complicam as coisas. Lidar com as inseguranças e indecisões não é fácil, principalmente na adolescência. Pais que não aceitam a identidade sexual do filho, a rejeição de colegas na escola, tudo isso faz com que as pessoas tendam a ficar mais tristes, desanimadas, infelizes, com crises de angústia e comportamentos estranhos. Compreender que todos passam por inseguranças, e que não se é o único que possui dúvidas, e que se sente deslocado, é um grande passo para o amadurecimento.

Namorar não tem idade, depende da sua maturidade. De acordo com o autor, uma garota de 14 anos pode estar madura o suficiente para iniciar um namoro, enquanto que uma garota de 17 anos pode ainda não estar pronta para assumir essa responsabilidade. Então, o importante é aguardar e seguir o seu tempo. Quanto à orientação sexual, ele afirma que é possível na adolescência se sentir atraído por alguém do mesmo sexo, sem significar que irá seguir esse tipo de desejo. E ser homossexual, de acordo com a opinião do médico, não é uma opção e sim uma percepção, as pessoas se percebem desse jeito. Sendo fundamental o respeito.

A timidez, suor frio e tremedeiras são problemas enfrentados por muitos adolescentes. Eles apresentam dificuldades para se comunicar, e até mesmo para urinar em banheiros públicos. Os garotos, principalmente, chegam a suar frio na hora de chegar junto das meninas. O caminho dado é sempre a calma, não se desesperar. Quando o caso não chega a ser uma fobia social, o importante é aceitar o seu jeito de ser. Existem muitas meninas ou meninos que se sentem atraídos por tipos mais tímidos. Mas se ainda existe dificuldade em se relacionar com as outras pessoas, a orientação é buscar ajuda terapêutica.

A vida sexual deveria ser vista de maneira natural, mas por ser considerada um fator complicador, acaba trazendo muita confusão para os relacionamentos. Cada pessoa deve entender que somos únicos, e por isso agimos de forma diferente - alguns garotos só sentem tesão por alguma garota quando estão envolvidos emocionalmente, o que é perfeitamente normal, mas isso gera dúvidas na cabeça de muitos garotos por achar que homem que é homem “traça” todas. A sociedade não deve ser machista, os meninos têm que entender que eles não “tiram” a virgindade de uma menina, em uma relação legal ninguém tira nada de ninguém, os dois decidem transar.

Quando a garota deseja transar, mas o fato de a sua família, por princípios religiosos, condenar tal prática antes do casamento, a opinião do autor é que a partir do momento em que a garota não considerar mais importante para sua vida o limite imposto pela família, cabe a ela e somente a ela, sem pressões do namorado ou parceiro, tomar suas próprias decisões e assumir suas responsabilidades sem se sentir culpada mais tarde. É preciso refletir e agir sem pressa, existe muito tempo para curtir a vida sexual.

“Meus pais não me entendem!” – Esta frase é muito comum de ser ouvida pela garotada. Importante ressaltar é que os pais, às vezes, exageram mesmo, mas não é com briga que os adolescentes irão encontrar a solução. Quanto mais confiança os pais tiverem nos seus filhos, e na sua capacidade de se cuidarem, mais espaço eles vão dar. Ele ressalta para os adolescentes também a necessidade de conversar com os seus pais, expondo as dificuldades e opinando sobre o seu próprio futuro.

A ansiedade e depressão podem surgir nessa fase da vida, e merecem atenção dos pais e amigos. Isto é, se um adolescente apresentar sintomas mais graves de tristeza e isolamento, vale procurar ajuda médica. Mau-humor e irritabilidade são características comuns para quem está passando por mudanças nessa fase da vida.

O sexo se aprende com o tempo, com a experiência, não adianta ter o melhor desempenho do mundo logo de cara, isso só gera ansiedades. A calma é uma boa aliada.

O beijo é um momento de grande intimidade, e não há necessidade sair beijando todo mundo por aí, pois muitas vezes o beijo é tão bom que pode valer por ele mesmo, e assim ser muito especial. E no beijo, também deve-se ter alguns cuidados, pois existe a herpes labial, transmissível de uma pessoa para outra. E se a pessoa apresenta lesões na boca, o recomendado é esperar a cura para beijar. E existem outras doenças transmissíveis não relacionadas ao sexo, como a gripe e o resfriado.

A masturbação é onde tudo começa, ela é importante para o conhecimento da sua própria sexualidade. Ela não faz mal, não causa espinhas, não faz crescer pêlos nas mãos, não deixa o pênis torto, nem causa impotência e não provoca ejaculação precoce, e nas meninas não aumenta o quadril e raramente tira a virgindade, são as dúvidas mais populares da garotada.

Não existe hora certa para se masturbar, o que manda é o desejo. Mas é preciso obter privacidade para isso, ninguém precisa ficar sabendo. Como não há regras, existe um pessoal que não sente prazer na masturbação, o que é normal, prefere trocar carícias diretamente com outra pessoa. E nem sempre a masturbação marca o início da vida sexual. Alertas para os excessos - apesar de não existir um limite diário fixo para a quantidade de masturbação, é legal

ficar atento para não machucar ou deixar o pênis inchado ou doído, o corpo e o próprio órgão devem servir de termômetro. Depender dela o tempo todo, para relaxar não é bacana. Vale a pena buscar outras atividades que distraiam sua atenção e aliviem a tensão.

Uma garota que tem dúvidas sobre sua virgindade, por nunca ter feito sexo vaginal, e sim anal e oral, pode ser considerada virgem? Para o autor, a virgindade feminina está mais ligada à prática sexual do que realmente ao rompimento do hímen. Ele também afirma no livro que não tem uma idade certa para transar pela primeira vez.

Transar pela primeira vez sempre vai trazer ansiedade, ter paciência e compreensão consigo mesmo e com o parceiro é de grande valia. Somente a prática fará com que ambos conheçam o melhor caminho. Nem todas as garotas sentem dor na sua primeira vez, mas a maioria das perguntas dirigidas ao Dr. Jairo é de meninas e meninos preocupados com essa dor feminina na hora da penetração. Ele orienta o uso de lubrificantes, ter calma, para que a mulher esteja mais relaxada e lubrificada. Mas algum desconforto pode ter sim, vindo com o sangramento, devido ao rompimento do hímen, ele lembra que algumas garotas podem ter o hímen complacente (não se rompe), não havendo este sangramento.

É desaconselhável por ele o uso de xilocaína ou de qualquer outro anestésico local na relação sexual. A dor pode servir como uma espécie de “aviso” para a garota, indicando o limite que a garota pode ir sem se machucar.

São dúvidas bastante comuns entre os garotos as que envolvem a ereção e a ejaculação. Surgem as preocupações de não conseguir ter ereção na hora H e de ejacular cedo demais. E, de acordo com o doutor, 99% dos casos de ejaculação precoce são de origem emocional e a maioria dos garotos acabam resolvendo isso com a prática e com a experiência. Um conselho, dado pelo médico é a necessidade de criar intimidade antes do sexo, pois ajuda a relaxar e diminui a ansiedade. Alguns encanam com o fato de terem ouvido falar de homens que têm ereção mais de uma vez numa mesma transa, e que não conseguem o mesmo; ele responde que nem todos os homens são iguais, existem, sim, alguns que conseguem ter mais de uma ereção na mesma transa, mas isso não é o mais comum de acontecer.



O sexo anal é mais cheio de mito e fantasia do que deveria. Não é verdade que ele é sempre desconfortável e causa dor, mas essa prática necessita de alguns cuidados básicos. Por ser uma região de muitos germes e o risco de DST e da AIDS, o uso da camisinha é obrigatório. E não se pode usar a mesma camisinha para o sexo anal e o sexo vaginal. A lubrificação na região também deve ser feita. E os dois devem estar com desejo, pois é uma região que também traz prazer, porém alguns não se sentem à vontade com essa prática. E sentir atração por sexo anal não significa que o garoto é bissexual, dúvida de uma garota com o namorado, este amante da relação anal. A lavagem dentro do ânus com muita frequência, observa o especialista, não é recomendado, pois pode irritar a parede do reto e apresentar alteração da flora bacteriana, importante nessa região.

Sexo oral também é sexo. Apesar de oferecer menos risco de contágio de DST e AIDS, se comparado ao sexo anal e ao sexo vaginal, é preciso se prevenir usando filmes plásticos e camisinhas.

Quando as garotas estão excitadas, geralmente sua respiração muda, o coração bate mais rápido, a transpiração aumenta, a pele pode ficar arrepiada, os mamilos podem ficar mais duros e a lubrificação da vagina aumenta. É importante que os garotos saibam conversar com suas parceiras ou namoradas sobre as formas com que elas sentem mais prazer.

Existem mulheres que nunca tiveram um orgasmo vaginal e vivem muito bem com orgasmos alcançados pela manipulação do clitóris.

Durante a menstruação, não há problema em manter relação sexual, mas durante esse período, devido ao fluxo de sangue, há aumento no risco de transmissão de algumas DST, como a AIDS. A colocação correta do preservativo desde o início da relação afasta esse risco.

O Doutor chama a atenção para a confusão muito comum na cabeça de quem nunca transou e de quem já transa, é achar que tem de fazer tudo o que o parceiro faz ou quer. Ou tentar copiar tudo o que os amigos fazem, ou o que passa na televisão, e na internet. O essencial é entender seu próprio limite e exigir o seu respeito. Tem que aprender a dizer “não” para aquilo que não lhe agrada ou que lhe ofereça risco.

A ausência de orgasmo é um fantasma para as meninas, assim como a ejaculação precoce e as broxadas o são para os meninos. O orgasmo, para as

meninas, nem sempre é alcançado logo nas primeiras vezes. Ela pode demorar algum tempo para conhecer os caminhos que a levam ao orgasmo. O médico fala aqui, novamente, em paciência e prática. E durante uma transa, nem sempre ele é o mais importante, a intimidade, o prazer e os carinhos são também muito valorosos.

DST e AIDS são assuntos para destaque, pois é indispensável o conhecimento das doenças sexualmente transmissíveis (DST), para que haja cuidado com elas. São causadas por bactérias, fungos e vírus que passam de uma pessoa para outra durante a relação íntima. É imprescindível o uso do preservativo.

Aqui no Brasil, a cada quatro pessoas com quem a pessoa pode se relacionar, uma já pode ter tido uma DST.

A dúvida mais comum sobre as DST, hoje, é o condiloma. Provocado pelo vírus HPV, causa verrugas no corpo, e é também o principal responsável por um dos tipos de câncer mais comuns entre as mulheres: o câncer de colo de útero. Por isso, a importância da visita anual ao ginecologista. Estudos mostram que até 20% das mulheres brasileiras sexualmente ativas são portadoras do HPV.

Herpes, condiloma, sífilis, gonorreia, chato, candidíase, clamídia e tricomoníase são as doenças comentadas pelo Dr. Jairo. Ele fala sobre os sintomas e seu agente causador, além de explicar as ações preventivas como a higiene pessoal.

A AIDS é causada por um vírus, o HIV, que ataca o sistema imunológico do paciente, deixando ele suscetível a outras doenças oportunistas. E por ainda não existir cura, mas apenas um tratamento a base de um coquetel de remédios fortes, que evitam a multiplicação do vírus, é uma doença que gera muita paranoia e preocupações nos adolescentes.

As perguntas, direcionadas ao doutor, nessa parte do livro, são todas de meninos com medo de ter se contaminado ao transar com garotas de programas ou em relações homossexuais ou, ainda, em banheiras mal higienizadas de motéis. E ele aproveitou para elucidar muitas dúvidas em relação às formas de contágio. Os riscos de contaminação existem nos contatos sexuais desprotegidos e no uso compartilhado de seringas para uso de drogas injetáveis. Beijo na boca ainda não é considerado uma forma eficaz

de transmissão da doença, porém o autor ressalta que no sexo oral e em “beijos” mais selvagens, em que há pequenos sangramentos, o risco aparece. E nesses casos não é a saliva, e sim o sangue e as secreções que podem ser responsáveis pela transmissão.

Ao falar sobre gravidez, o autor afirma que a gravidez indesejada não pode ser por falta de informação; ele atribui isso à falta de prevenção, uso de um método anticoncepcional e a cabeça um pouco mais em cima do ombro quando pinta o desejo. E diversos são os problemas e implicações que uma garota, ainda morando com os pais e estudando, pode enfrentar ao ficar grávida.

O teste recomendado para saber se ocorreu a gravidez é aquele pedido pelo médico para detectar o hormônio HCG (gonadotrofina coriônica humana) no sangue da mulher, pois é mais confiável e mais precoce. Esse hormônio é produzido logo que o óvulo fecundado se implanta na parede do útero.

Existem muitos recursos para prevenir a gravidez, como: a tão conhecida camisinha, o espermicida na camisinha, a pílula, e a tabelinha, dentre outros. Tomando todos os cuidados ao colocar a camisinha, as chances de ela estourar são muito pequenas, e com espermicida, os espermatozoides não sobrevivem. Obedecendo aos dias da tabelinha, também aumentam em muito a prevenção.

O Dr. Jairo aconselha sempre o uso de camisinha, desde o início das preliminares. Ele a considera uma grande aliada, e incentiva que garotos e garotas, mesmo os que ainda não possuem uma vida sexual ativa treinem na colocação correta da camisinha. As meninas podem treinar usando frutas ou legumes.

Cuidados com a camisinha são uma garantia para que ela não se rompa. Usar as que têm selo do Inmetro, não deixar que sobre ar entre ela e o pênis, guardá-la longe do sol, não colocá-la na carteira ou no bolso de trás da calça, abrir a embalagem com cuidado (sem os dentes) e evitar usar as unhas ao manipulá-la.

Aos casais que possuem uma transa um pouco mais “forte”, é indicado trocar de preservativo durante a transa, o uso de lubrificantes de base aquosa também pode diminuir o atrito.

A camisinha feminina é uma grande aliada para a mulher que encontra um parceiro que se recusa a usar preservativo. E pode ser encarada como uma variação, uma novidade na relação.

Estima-se que 1% das pessoas têm alergia ao látex e 1% às substâncias químicas que vêm junto com a camisinha (espermicidas e lubrificantes). Descobrir o causador da alergia é o primeiro passo, pois existe camisinha sem lubrificante ou espermicida. Não resolvendo, é partir para o uso de uma camisinha poliuretano, e a única disponível no Brasil é a feminina, de acordo com o autor.

A pílula anticoncepcional é um método contraceptivo bastante seguro. A pílula deve ser tomada por receita médica, todo dia e no mesmo horário. Por se tratar de um hormônio pode, sim, trazer efeitos colaterais, sendo que os mais comuns são dores de cabeça e retenção de líquido.

A pílula do dia seguinte não pode ser usada como método anticoncepcional de rotina. É apenas de emergência, por exemplo, quando a camisinha estoura.

Se a gravidez surgir, explica o autor, a menina deve ter calma e informar o parceiro do que está acontecendo, pois ele também é responsável. Os pais podem ficar muito chateados, mas é nesse momento que a sua maturidade vai ser colocada a prova. Deve deixá-los desabafar, e dar um tempo para que eles reflitam e diminuam a raiva e a preocupação que poderão sentir.

O aborto é uma decisão muito difícil. No Brasil é proibido por lei. Só pode ser feito em caso de estupro ou quando há risco de morte para a mãe. Porém, mais de um milhão de abortos clandestinos são feitos todos os anos no Brasil. A clandestinidade complica a situação, pois feito em condições precárias de saúde, esses abortos acabam trazendo sérios riscos para a saúde da mulher. O melhor ainda é a prevenção da gravidez.

Apesar de o assunto principal do livro ser *sexualidade*, o autor traz um capítulo dedicado às drogas. Ele justifica esse capítulo como uma necessidade de dar um “toque” para a moçada, pois a situação anda muito preocupante e porque muitas vezes o uso de drogas e o sexo andam juntos. E com droga na cabeça, a capacidade de avaliação de riscos fica alterada e o indivíduo pode, entre outras bobagens, fazer sexo sem proteção.

Alguns jovens estão usando remédios para fins indevidos, achando que eles vão resolver todos os problemas do mundo. Esquecem os riscos, os efeitos colaterais, os exageros. E remédios como calmantes e anfetaminas estão sendo utilizados de forma errada. Podem causar dependência, e se livrar deles não é uma tarefa fácil para o dependente, há sofrimentos. E bebida alcoólica misturada com remédios nunca é uma boa ideia, alerta ele.

Para quem se encontra dependente de algum medicamento, o correto é procurar o médico para que ele possa ir diminuindo gradativamente os comprimidos. Desta forma, as chances são maiores para o organismo ir se adaptando e normalizando.

Cigarro e álcool são drogas, sim, diz o doutor. O álcool atua na cabeça fazendo com que as pessoas fiquem mais relaxadas, mais desinibidas e menos ansiosas. Por isso, é comum ver pessoas beberem para ficar mais à vontade em uma festa ou em um barzinho. Porém, em doses altas, o álcool pode deixar a pessoa agressiva, violenta e com dificuldades em avaliar riscos, além de se correr o risco de se tornar dependente e sofrer dos males do alcoolismo. O álcool é um grande problema de saúde no Brasil.

O cigarro, se usado desde adolescência, aumenta muito a chance de vício. Infelizmente, não são todos os estabelecimentos comerciais que obedecem à lei de não vender bebidas e cigarros para menores de idade. A nicotina, substância encontrada no cigarro, é a causadora do vício. Além dela, há outras substâncias presentes no cigarro que são nocivas à saúde, e são cancerígenas.

O autor não estimula o uso do cigarro, desaprovando-o, e alertando para os males que o seu uso contínuo pode oferecer. Com a bebida, ele aponta limites e perigos, beber com moderação pode até fazer bem, mas abusar dessa substância torna-se perigoso. E existe pessoa que não pode beber nenhum pouco, não possui controle e que transforma um único gole em uma sucessão incontável de doses. Entra em total estado de embriaguez e perde o controle do seu comportamento.

Ele não aprova o uso de bebidas por menores de idade. Na adolescência, o organismo pode ser mais sensível à ação do álcool, além de ser mais difícil controlar o quanto se bebe. O conselho dado a moçada é esperar a sua hora e conhecer o seu limite.

Drogas ilegais, como cocaína, crack, ecstasy, ácido e maconha estão circulando por aí, fazendo muitos jovens se iludirem com algumas sensações que podem ser relaxantes e boas. Entretanto, outras sensações podem ser pesadas e angustiantes, e ainda causar dependência. O mito de que tudo são flores ao se consumir droga é conversa fiada. As drogas trazem mais problemas do que diversão. O médico esclarece que algumas pessoas são mais vulneráveis à dependência, enquanto outras são mais resistentes.

O uso de drogas injetáveis, ou endovenosas, pode causar danos à veia, sim. Dúvida de um usuário não viciado. Uma agulha ou um líquido contaminado pode causar uma infecção nas veias. Elas podem ficar doloridas, duras e a passagem do sangue pode ficar interrompida. E o grande temor é que uma dessas infecções da parede das veias possa ser levada pelo sangue até o coração.

Namorar um ex-usuário de drogas pode trazer risco, desde que não haja diálogo e prevenção. É importante saber se a pessoa usou drogas injetáveis ou se transou sem camisinha. Mediante o uso de seringas compartilhadas, deve-se fazer exame para AIDS, hepatite B e C e sífilis. Sexo sem proteção traz o risco de todas as DST, inclusive a AIDS.

O uso de cocaína oferece grandes alterações no cérebro como a perda de memória e a atenção. E parece não haver relação na quantidade utilizada e nem na frequência para que essas alterações no fluxo cerebral sejam desencadeadas. Existem alguns tratamentos em estudo que tentam reverter essas alterações.

O crack é uma das drogas com maior poder de criar dependência que já se viu. De acordo com o Dr. Jairo se a cocaína é uma fria, o crack é uma *geladésima!*

4. CACHAPUZ, A; CARVALHO, A. M. P.; GIZ-PÉREZ, D. *A necessária renovação do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

**Importância da Educação Científica na Sociedade Atual**

A educação científica converteu-se numa exigência urgente, num fator essencial do desenvolvimento das pessoas e dos povos. Uma alfabetização científica para todos os cidadãos torna possível o desenvolvimento futuro.

Tem sido também ressaltada num grande número de trabalhos de investigação, publicações, congressos e encontros.

A investigação em didática das ciências mostrou reiteradamente o elevado insucesso escolar, assim como a falta de interesse, repulsa, que as matérias científicas geram.

Alfabetização científica é, segundo Bybeer, a expressão de um amplo movimento educativo que se reconhece e se mobiliza atrás do termo “alfabetização científica”, mas que acarreta ao mesmo tempo, o perigo de uma ambiguidade que permite a cada pessoa atribuir-lhe significados distintos.

Para Marco, esse deveria ser o currículo científico básico:

- Alfabetização científica prática
- Alfabetização científica cívica
- Alfabetização científica cultural

Para Reid e Hodson deveria conter:

- Conhecimento de ciência
- Aplicações do conhecimento científico
- Saberes e técnicas da ciência
- Resolução de problemas
- Interação com a tecnologia
- Questões sócio-econômico-políticas e ético-morais na ciência e na tecnologia
- História e desenvolvimento de ciência e tecnologia
- Estado da natureza da ciência e a prática científica.

### **Contribuição da alfabetização científica para a formação de cidadãos**

Há a necessidade de uma formação científica que permita aos cidadãos participar na tomada de decisões, em assuntos que se relacionam com a ciência e a tecnologia.

Este argumento “democrático” é o mais amplamente utilizado por quem reclama a alfabetização científica e tecnológica como um componente básico da educação para a cidadania.

Podem contribuir pessoas que não sejam especialistas, com perspectivas e interesses mais amplos, sempre que possuam um mínimo de conhecimentos científicos específicos sobre a problemática estudada.

### **Alfabetização científica versus preparação de futuros cientistas**

Uma tese aceita pelos responsáveis dos currículos e pelos professores de ciências é que a educação científica tem estado orientada para preparar os

estudantes como se fossem chegar a especialistas em Biologia, Física ou Química.

Tal orientação deve modificar-se porque a educação científica se apresenta como parte de uma educação geral para todos os futuros cidadãos.

### **Superação das visões deformadas da ciência e da tecnologia: Um requisito essencial para a renovação da educação científica.**

A melhoria da educação científica tem como requisito fundamental, modificar a imagem da natureza da ciência que transmitimos.

Para tanto é necessário modificar a epistemologia dos professores. Este estudo, numa potente linha de investigação, tenta fixar uma imagem basicamente correta sobre a natureza da ciência e da atividade científica.

### **Possíveis visões deformadas da ciência e da tecnologia**

A tecnologia é considerada uma mera aplicação dos conhecimentos científicos. Tem sido vista tradicionalmente como uma atividade de menor status que a ciência “pura”.

#### **Uma visão descontextualizada**

A atividade técnica precedeu em milênios a ciência e de modo algum pode ser considerada como mera aplicação de conhecimentos científicos. A educação científica perde com esta desvalorização da tecnologia.

#### **Uma concepção individualista e elitista**

Insiste-se em que o trabalho científico é um domínio reservado a minorias especialmente dotadas, transmitindo experiências negativas para a maioria dos alunos e em particular, das alunas, com clara discriminação de natureza social e sexual: a ciência é apresentada como uma atividade eminentemente “masculina”.

#### **Uma concepção empiro-indutivista e ateórica**

Defende o papel da observação e da experimentação “neutra”, esquecendo o papel essencial das hipóteses como focalizadoras da investigação e dos corpos coerentes de conhecimentos.

#### **Uma visão rígida, algorítmica, infalível**

Amplamente difundida entre os professores de ciências, se utiliza de diversos desenhos. Em entrevistas realizadas com diversos professores, a maioria refere-se ao “Método Científico” como uma sequência de etapas definidas, em que as observações e as experiências rigorosas desempenham um papel destacada contribuindo à “exatidão e objetividade” de resultados obtidos.

#### **Uma visão aproblemática e ahistórica**



O fato de transmitir conhecimentos já elaborados, conduz a ignorar quais foram os problemas que se pretendiam resolver, qual tem sido a evolução de ditos conhecimentos, as dificuldades encontradas etc., e mais ainda, a não ter em conta as limitações do conhecimento científico atual ou as perspectivas abertas.

### **Visão exclusivamente analítica**

O trabalho científico exige tratamentos analíticos, simplificadoros, artificiais. A história do pensamento científico é uma constante confirmação de que os avanços têm lugar profundizando o conhecimento da realidade em campos definidos, que permite chegar a estabelecer laços entre campos aparentemente desligados.

### **Problema, Teoria e Observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da Educação em Ciência**

#### **Da epistemologia**

“A diferença fundamental entre ciência e filosofia da ciência é intencional: na ciência faz-se, na filosofia pensa-se como se faz, para que se faz e porque se faz”.

Apesar do crescente número de livros e artigos relacionados com as questões básicas da filosofia da ciência, os professores permanecem muito mal informados.

Torna-se necessário criar espaços e tempos em que o professor deve contactar com as principais concepções, refleti-las, confrontá-las, aprofundando as suas próprias concepções e retirando indicações, orientações e ensinamentos quanto às estratégias, métodos e procedimentos a adotar no seu trabalho docente.

#### **Contexto da Justificação**

Bechelard cita que sem a interrogação não pode haver conhecimento científico; nada é evidente, nada nos é dado, tudo é construído.

Para Popper, toda a discussão científica deve partir de um problema, ao qual se oferece uma espécie de solução provisória, uma teoria-tentativa, passando-se depois a criticar a solução, com vistas à eliminação do erro.

#### **A Observação e a Teoria em Ciência**

A raiz que norteia a observação, e quase sempre implícita nos currículos de ciência, é a empirista-indutivista. Os professores exigem observações exatas, precisas, metódicas e repetidas, no entanto, as observações exatas, precisas, metódicas e repetidas, fazem crer aos alunos, que a aprendizagem foi de imediato atingida e que os conceitos foram compreendidos e construídos a partir das observações.

Interessa desenvolver estratégias de ensino apoiadas numa reflexão sobre o significado da observação. Ela deve funcionar como um processo de questionar as hipóteses que os alunos sugerem.

### **Implicações para a formação de professores**

Os professores bem formados nesta área podem recuperar um mau currículo e professores com graves deficiências de informação podem matar um bom currículo. Desejável mesmo é que o professor não assente o seu saber sobretudo na informação, mas que possa também desenvolver conhecimentos e saberes no modo como se investiga, como se faz ciência.

### **Defesa do Construtivismo: o que entendemos por posições construtivistas na Educação em Ciência**

O consenso construtivista na Educação em Ciência tem a sua origem em muitas investigações específicas relativas a diferentes aspectos do processo de ensino/aprendizagem das ciências, tais como aprendizagem dos conceitos, a resolução de problemas, o trabalho experimental ou as atitudes em relação, e para a ciência.

Esta discussão da aproximação construtivista em Educação em Ciência pode ajudar a clarificar o que é a orientação epistemológica desta aproximação, evitando a apropriação incorreta de propostas radicais do construtivismo

### **A Introdução dos Conceitos de Trabalho e Energia: exemplo de programa de atividades para orientar o trabalho dos estudantes**

O conceito de força permite explicar as mudanças de movimentos experimentadas pelos objetos e as transformações da natureza.

Sendo assim, sugere-se várias formas ou exemplos com relação a mudanças, transformações que ocorrem na natureza para se propor aos alunos, e assim também quanto a força.

### **A atenção à situação de emergência planetária: um programa de atividades dirigido aos docentes**

Na conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, foi exigida uma ação decidida dos educadores para que os cidadãos e cidadãs tomem consciência da situação e possam participar na tomada de decisões de uma forma fundamentada.

O que decorre é que ainda educamos os jovens como se não houvesse uma emergência planetária.

Este livro tenta contribuir para a necessária transformação das concepções dos professores sobre a situação do mundo, para que a habitual falta de atenção sobre o assunto se transforme numa atitude de intervenção consciente.

### **Desenvolvimento sustentado e direitos humanos**

É estranho se estabelecer uma ligação entre a superação dos problemas que ameaçam a sobrevivência da vida na Terra e a universalização dos direitos humanos.

A universalização dos direitos humanos aparece hoje com a ideia chave para orientar corretamente o presente e futuro da humanidade. Trata-se de um conceito que tem vindo a desenvolver-se até envolver três gerações.

### **A didática das ciências como um novo corpo de conhecimentos**

A necessidade de uma educação científica para todos, e as dificuldades que lhe são inerentes, culminam numa problemática de indiscutível interesse que deu origem, em primeiro a tentativas de renovação do ensino das ciências e à emergência de um novo campo de conhecimentos.

A psicologia da educação assumiu-se como um corpo de conhecimentos muito antes de podermos falar das Didáticas Específicas, principalmente porque a preocupação dos problemas de ensino e aprendizagem se centraram inicialmente no ensino de 1º Ciclo.

### **Alguns obstáculos a ter em conta**

Chamamos a atenção contra a concepção de uma Didática das Ciências que seja apenas uma aplicação prática da psicologia da aprendizagem. Trata-se de um importante obstáculo para o seu desenvolvimento que em si mesmo implica na perigosa crença de que ensinar é uma atividade simples para a qual basta apenas ter conhecimentos científicos e alguma prática.

Enquanto esta crença existir, na sociedade, nas autoridades académicas e, sobretudo, nos próprios docentes, a Didática das Ciências terá uma influência muito limitada sobre as atividades escolares, o que, por sua vez, se converte num sério obstáculo para o desenvolvimento do novo corpo de conhecimentos.

### **Perspectivas para o futuro**

A primeira tendência é o reforço dos vínculos entre as distintas linhas de investigação centradas em aprofundar os fins e fundamentos de um modelo alternativo de ensino-aprendizado das ciências, ou de elaborar e experimentar proposta de formação de professores.

A aposta na procura de coerência global, superando os tratamentos pontuais, constitui uma característica que se acentuará até se converter num ponto fundamental da investigação em Didática das Ciências.

5. CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de Ciências*. São Paulo: Cortez, 2003. (Questões da Nossa Época, 26).

## **INTRODUÇÃO**

O estudo faz parte do projeto Ensino de Ciências e Matemática, promovido pela Organização dos Estados Ibero-Americanos para a Educação, Ciência e Cultura.

A obra apresenta as tendências de experiências inovadoras para o campo das Ciências, e está dividida em duas partes. Na primeira são fundamentadas em capítulos específicos, as necessidades formativas do professor a partir do corpo de conhecimentos que a pesquisa didática vem construindo. A segunda parte está centrada na formação em si de professores de Ciências. Ao final são apresentados dois exemplos (“anexos”) de programas aplicados com intuito de fundamentar a construção de propostas alternativas baseadas nas orientações construtivistas.

## PARTE I – NECESSIDADES FORMATIVAS DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS

### *Capítulo 1 – A ruptura com visões simplistas sobre o ensino de ciências*

Os professores apresentam pouca familiaridade com as contribuições da pesquisa e inovações didáticas, além de uma concepção de ensino como algo simples em que basta apenas um bom conhecimento da matéria e alguma prática. Esses fatores demonstraram a necessidade de uma formação adequada, e apontam um desconhecimento dos professores sobre suas insuficiências.

Os autores indicam como solução o uso das orientações construtivistas, com a abordagem centrada na aprendizagem dos alunos, no tratamento de situações problemáticas abertas, na formação e intercâmbio de grupos cooperativo que em conjunto podem resultar em uma efetiva formação dos professores.

Estas orientações quando aplicadas em uma perspectiva de um trabalho de (auto)formação, recolhem um grande número de conhecimentos que a pesquisa aponta como necessários afastando assim a visão simplista do ensino de Ciências. Desta forma, trata-se de orientar um trabalho de formação de professores como uma pesquisa dirigida para a transformação de suas concepções iniciais que não se tratam de incapacidades.

Os autores insistem que o trabalho com grupos de professores realizado coletivamente permitem grandes contribuições destes sobre o que se deve “saber” e “saber fazer” para ministrar uma docência de qualidade. A partir da análise da pesquisa sobre a didática das Ciências, ao longo das duas ultimas

décadas os autores apresentam uma proposta com 8 itens que em resumo transmitem uma ideia de aprendizagem como construção de conhecimentos com características de uma pesquisa científica e por outro lado na necessidade de transformar o pensamento espontâneo do professor.

A preocupação com o processo ensino/aprendizagem é uma questão antiga evidenciada, por exemplo, na realização em 1987 no Simpósio promovido pela National Associativo for Research in Science Teaching (Washington, DC). No entanto, a maioria do trabalhos centravam-se nas características do bom professor. Atualmente a questão se coloca sob quais são os conhecimentos que os professores precisam adquirir.

*“O trabalho docente é, ou melhor, não deveria ser uma tarefa isolada, e nenhum professor deve se sentir vencido por um conjunto de saberes, que concretiza, ultrapassam as possibilidades de um ser humano. O essencial é que possa ter-se um trabalho coletivo em todo o processo de ensino/aprendizagem: da preparação das aulas até a avaliação.”* Carvalho; Gil, 2009.

Desta forma os autores evidenciam a complexidade da atividade docente, entretanto, esta não deve ser fator desestimulante, mas sim um convite para romper antigos padrões de inércia e monotonia para dar lugar a um trabalho de inovação, pesquisa e formação permanente.

## *Capítulo 2 – Conhecer a matéria a ser ensinada*

É consenso a importância concedida a um bom conhecimento da matéria a ser ensinada. Tobin e Espinet (1989) apud Carvalho 2009, realizando um trabalho de tutoria e assessoramento a professores de Ciências verificaram que “uma falta de conhecimentos científicos constitui a principal dificuldade para que os professores afetados se envolvam em atividades inovadoras”. Assim todos os trabalhos evidenciam que uma carência de conhecimentos da matéria, pode transformar o professor em um mero transmissor de conteúdos.

Conhecer o conteúdo da disciplina, embora seja algo aparente claro e homogêneo, implica em conhecimentos profissionais divergentes que vão além do habitualmente se contempla em cursos universitários e inclui: a) conhecer os problemas que originaram a construção dos conhecimentos científicos; b)

conhecer as orientações metodológicas empregadas na construção dos conhecimentos; c) conhecer as interações Ciência/Tecnologia/Sociedade; d) ter algum conhecimento dos desenvolvimentos científicos recentes e suas perspectivas; e) saber selecionar conteúdos adequados; f) estar preparado para adquirir novos conhecimentos em função das mudanças curriculares, avanços científicos, das questões propostas pelos alunos, etc.

Em resumo um bom domínio da matéria deve considerar como fundamental partir de um ponto de vista didático.

### *Capítulo 3 – Questionar as ideias docentes de “senso comum” sobre o ensino aprendizagem das ciências*

Ênfase na necessidade de se conhecer e questionar o pensamento docente espontâneo ou pensamento docente de senso comum. A formação “ambiental” fruto de experiências reiteradas, não reflexivas, óbvias, de “senso comum”, adquirida ao longo dos anos em que os professores eram alunos, torna-se um grande obstáculo, pois bloqueia a capacidade de renovação do ensino. Os autores constatam ausência, na prática, de referências a este aspecto mesmo entre grupos de professores mais produtivos. Porém se colocada explicitamente, evoca a tomada de consciência da importância dessa situação.

Exemplos de aspectos a serem questionados no pensamento e comportamento docente espontâneo dos professores de Ciências: a) a visão simplista do que é a Ciência e o trabalho científico; b) a redução habitual do aprendizado das Ciências a certos conhecimentos e algumas destrezas sem contemplar os aspectos históricos, sociais etc.; c) o caráter natural atribuído ao fracasso generalizado nas disciplinas científicas – caracterização de alunos ditos “espertos” e “medíocres”; d) a atribuição de atitudes negativas em relação à Ciência e sua aprendizagem à causas externas; e) o autoritarismo da organização escolar X o simples “laissez-faire”; f) o clima de frustração associado a atividade docentes bem como a ideia oposta de um ensino capaz por si só de mudar o mundo; g) a ideia de que ensinar é “fácil”, como se tivesse uma receita adequada.

As deficiências constatadas na formação de professores não constituem obstáculos intransponíveis. Podem ser superadas através de uma *mudança*

*didática* que conduza os professores a modificarem suas perspectivas e ampliarem seus recursos. Considerar as concepções espontâneas como hipóteses de trabalho e não como evidências inquestionáveis, torna a atividade docente um trabalho criativo de pesquisa e inovação.

#### *Capítulo 4 – Adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem das ciências*

A “transformação” do modelo tradicional exige um conhecimento claro de suas deficiências para que modelos alternativos sejam proposto e se tornem igualmente coerentes e em geral mais eficientes. A fundamentação teórica é exigência básica na formação dos professores. Muitas vezes são rejeitados, por exemplo, os conhecimentos de Psicologia da aprendizagem, e a influência dos aspectos afetivo, motivacionais, e etc. Porém há uma tendência favorável, às pesquisas realizadas em torno das pré-concepções dos alunos ou pelas propostas construtivistas.

Essa rejeição segundo os autores é aparente e justifica-se pela presença de conhecimento teóricos desligados da própria matéria que não se conectam claramente com os problemas percebidos pelos próprios professores. O favorecimento de um trabalho colaborativo faz com que as contribuições teóricas sejam corretamente valorizadas.

Este capítulo reforça a ideia da importância da formação teórica dos professores através da (re)construção de conhecimentos específicos em torno do processo ensino-aprendizagem das Ciências integrados coerentemente. São apresentadas assim um resumo sobre alguns conhecimentos teóricos que fundamentam as propostas construtivistas emergentes conforme segue: a) reconhecer a existência das concepções espontâneas; b) Saber que os alunos aprendem significativamente construindo conhecimentos; c) Propor a aprendizagem a partir de situações problemáticas de interesse dos alunos; d) Conhecer o caráter social da construção dos conhecimentos científicos e saber organizar a aprendizagem através de grupos cooperativos; e) Conhecer a importância dos aspectos afetivos e motivacionais, em nível das complexas interações Ciência/Tecnologia/Sociedade – C/T/S, ou seja, reconhecer a

importância do ambiente escolar, o compromisso pessoal do professor com o progresso dos alunos e etc.

Vale ressaltar que o modelo construtivista emergente, concretiza-se em torno de três elementos básicos: os programas de atividades, o trabalho em pequenos grupos e o intercâmbio entre os referidos grupos e a comunidade científica, denominada por Weatley (1991) de “construtivismo radical”. A aprendizagem das Ciências, neste caso é vista como uma atividade próxima à pesquisa, assim é determinante: a existência de equipes de especialistas capazes de formar novas gerações de pesquisadores, de transmitir expectativas positivas e sua fascinação pela tarefa, bem como de facilitar o intercâmbio entre equipes, ou seja, um clima social que valorize a pesquisa.

### *Capítulo 5 – Saber analisar criticamente o “ensino tradicional”*

O ensino tradicional embora seja extremamente criticado, está profundamente impregnado na atuação docentes que durante muitos anos foram os alunos que acompanharam as atuações de seus professores. Os autores conceituam esse processo como uma formação ambiental ou “natural”, de grande peso por seu caráter reiterativo e por não estar submetida a uma crítica explícita, uma vez que não chega a ser questionada efetivamente.

Propor uma mudança didática, consciente dessa formação ambiental, não é algo fácil e exige uma atenção contínua até tornar natural a revisão do que se considera óbvio na atividade educativa.

O peso da formação docente ambiental pode ser verificada ao se solicitar aos professores uma análise crítica de materiais didáticos concretos. Observa-se que os professores limitam-se a assinalar questões de detalhes, sem questionar as orientações didáticas fundamentais. Esses resultados mostram o peso do ensino tradicional em sua própria ação. A docência por ser vista de forma unilateral, deixa os professores sem alternativa, por isso a conduta tradicional continua sendo utilizada mesmo quando rejeitada pelos alunos.

A proposta de uma formação docente como mudança didática deve permitir a identificação das insuficiências da formação ambiental e ao mesmo tempo oferecer alternativas realmente viáveis



Saber analisar criticamente o ensino habitual permite a conhecer as limitações: a) dos currículos habituais (enciclopédicos e reducionistas); b) da forma de introduzir os conhecimentos; c) dos trabalhos práticos; d) dos problemas propostos; e) das formas de avaliação; f) das formas de organização escolar distantes de um trabalho de pesquisa coletivo.

### *Capítulo 6 – Saber preparar atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva*

Dentro do modelo construtivista, Driver e Oldham (1986) concebem o currículo como um programa de atividades através das quais conhecimentos e habilidades possam ser construídos e adquiridos. Assim saber prepara um programa de atividades transforma-se em prioridade na formação de professores e não deve se tratar de esquemas rígidos nem tão pouco elaborados ao acaso.

Os autores citam o trabalho realizado por Driver (Driver, 1986 apud Carvalho; GIL, 2009 ) e sua equipe, que ajusta os programas de atividades na seguinte estratégia: 1) identificação das ideias dos alunos; 2) colocar em questão as referidas ideias mediante contra-exemplos; 3) invenção ou introdução de novos conceitos; 4) utilização das novas ideias em diversos contextos.

Os autores sugerem aprofundamento dessa estratégia para torná-la mais coerente. Neste caso, a fase inicial consiste em dar um sentido de interesse preliminar a tarefa. O desenvolvimento de um tema passa a ser visto então como o tratamento de uma problemática, que conduza a formulação de hipóteses (sem ser uma opinião pessoal) que focalizem o estudo a se realizar. Em consequência ocorre de forma sistemática a elaboração de estratégias de resoluções. Na análise dos resultados podem ser construídas novas hipóteses que permitem a (re)construção de concepções científicas.

Os autores fazem referência a atividades denominadas “recapitulação e perspectivas” que deveriam conduzir a elaboração de produtos, como artigos, cartazes, esquemas mapas conceituais, uso de computadores para consolidar uma visão global de base na relação Ciência/Tecnologia/Sociedade, bem como da história das Ciências para contextualizar os conhecimentos científicos.

Resumidamente as estratégias de ensino para uma aprendizagem como pesquisas contemplam: 1) propor situações problemáticas que gerem interesse e proporcionem uma concepção preliminar da tarefa; 2) Estudo qualitativo das situações problemáticas; 3) orientar o tratamento científico dos problemas (invenção de conceitos, elaboração de hipóteses e estratégias resolução e análise dos resultados; 4) Colocar a manipulação reiterada dos novos conhecimentos em uma variedade de situações. Favorecer especialmente as atividades de síntese e elaboração de produtos e a concepção de novos problemas.

Para aplicação dessa estrutura no treinamento dos professores é complexo, segundo os autores com possibilidade apenas de pensar apenas em uma iniciação, pois exige um constante trabalho de pesquisa pelos docentes. Assim um programa-guia seria ideal por permitir sempre uma (re)elaboração, remodelações, retoques e novas contribuições da pesquisa didática.

### *Capítulo 7 – Saber dirigir o trabalho dos alunos*

Faz-se necessária uma mudança na apreciação do trabalho do professor que vai além do ato de ministrar aulas. Exige um trabalho coletivo de inovação e pesquisa. Segundo os autores orientar a aprendizagem como uma pesquisa, introduz mudanças profundas no papel do professor e novas exigências formativas. Estas incluem: a) apresentar adequadamente as atividades para uma concepção global da tarefa; b) dirigir de forma ordenada as atividades de aprendizagem; c) Sintetizar e reformular as tarefas para valorizar as contribuições dos alunos; d) Facilitar informações em momento oportuno para que alunos apreciem a validade de seus trabalho; e) manter clima de cordialidade e aceitação para o bom funcionamento da disciplina e da aula; f) estabelecer formas de organização para interações frutíferas entre aula, escola e meio exterior; g) saber agir para dirigir os “pesquisadores iniciantes” transmitindo seu interesse enquanto professor pela tarefa e pelos avanços de cada aluno.

O professor modifica seu papel deixando de ser um mero transmissor de conhecimentos para se tornar um diretor/orientador de grupos de pesquisa. Nesta proposta os professores multiplicam suas tarefas.

## Capítulo 8 – Saber avaliar

A avaliação constitui-se em um dos aspectos que mais necessita de uma mudança didática no processo ensino-aprendizagem. O relato dos autores segue através do resultado encontrado em numerosos cursos e seminários para professores em formação inicial ou permanente, onde foram aplicados uma única e simples atividade de avaliação. Essa consistia em que cada participante avaliasse um mesmo exercício, porém apresentados de forma a caracterizar de maneira subliminar no meio de cada cópia, um aluno considerado “brilhante” e outra metade um aluno “mediocre”, tendo o primeiro obtido nota superior em cerca de dois pontos à do segundo ( outros exemplos Estudo de Spears (1984), que mostra como um mesmo exercício é valorizado sistematicamente de forma mais baixa quando atribuída a uma aluna que a um aluno; “efeito pigmaleão” que diferencia os alunos brilhantes que só o são em graças ao impulso e auxílio recebidos).

Esses exemplos evidenciam até que ponto as valorizações estão submetidas a amplíssimas margens de incerteza e como também afetam aquilo que se pretende medir, contribuindo para reforçar preconceitos e atitudes mais negativas com relação a aprendizagem das matérias.

Os professores possuem algumas ideias (concepções espontâneas) sobre os processos avaliativos como, por exemplo: é fácil avaliar as matérias científicas com objetividade e precisão; o fracasso de alguns alunos é inevitável, pois as ciências não estão ao alcance de todos; o fracasso é atribuído a fatores externos à escola; uma prova bem elaborada deve ser discriminatória – distribuição de notas tipo gaussiano centrada no cinco; a função da avaliação é medir a capacidade e o aproveitamento dos alunos para promoções e seleções.

A partir dessa análise é possível realizar questionamentos nas funções e formas de avaliação de forma coerente com o âmbito construtivista, nesta concepção é preciso: a) conceber a avaliação como instrumento de *feedback*; b) ampliar o conceito e a prática da avaliação superando a habitual limitação a memorização repetitiva de conteúdos conceituais; c) introduzir formas de avaliação da própria atividade docente.

Não há funcionalidade em uma avaliação baseada apenas no julgamento objetivo. O professor deve transmitir seu interesse no progresso dos alunos. É preciso estender a avaliação para todos os aspectos (conceituais, procedimentos e atitudes) para além da memorização repetitiva de conhecimentos teóricos e exercícios com lápis e papel, para se tornar efetivamente um instrumento e melhoria de ensino.

### *Capítulo 9 – Adquirir a formação necessária para associar ensino e pesquisa didática*

É preciso que o professor examine criticamente as implicações da pesquisa dentro de suas atividades, não sendo esta uma opção, mas uma recomendação de décadas, por exemplo, apresentada na Conferência Internacional da Instrução Pública de 1958, bem como na ideia da ação/pesquisa (*action/research*) que remonta aos anos 40. A associação da atividade docente à pesquisa embora recomendada há tempos, provocou polêmicas e rejeições ao considerar que a pesquisa não é uma função específica do professor, cujo dever é apenas ensinar bem os alunos.

O reconhecimento das limitações de um ensino por transmissão de conhecimentos aliado as orientações construtivistas propõem uma nova visão de inserção também da pesquisa na formação do professor (se o professor não possui uma vivência investigativa, jamais poderá orientar a aprendizagem como uma construção de conhecimentos científicos). Considerar a atividade do professor rica e complexa, aberta e criativa, leva a defini-la como um processo de pesquisa a ser realizado por equipes docentes.

## PARTE II – ANÁLISE CRÍTICA DA FORMAÇÃO ATUAL DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS E PROPOSTAS DE REESTRUTURAÇÃO

### *Capítulo 1 – Análise crítica da formação atual dos professores de ciências*

A formação de professores de Ciências ocorre de maneiras muito diferentes na área ibero-americana. Na Argentina é realizada em instituições não-universitárias (os “professorados”). Em outros países ocorrem em

instituições universitárias específicas (Colômbia, Espanha). Mais comumente ocorre uma preparação científica em faculdades com conteúdos específicos, com alguns complementos de formação profissional docente (França, Estados Unidos, etc.).

A crítica dos autores não se detém a uma formação não-universitária dos professores destes níveis, nem tão pouco a uma formação centrada exclusivamente nas matérias científicas básicas (mais frequente), é feita a tendência a contemplar a formação do professor como soma de uma formação científica básica e uma formação psico-sócio-pedagógica geral.

McDermott (1990) identifica que os departamentos de Ciências das universidades americanas não oferecem nenhum curso especial para futuros professores, pois considera que a preparação docente é responsabilidade das escolas ou departamentos de educação. Algumas características que são identificadas como sérios impedimentos, são o formato expositivo das aulas, realização de problemas-padrão (repetitivos), o uso de materiais sofisticados nas práticas de laboratório e um currículo amplo para pouco tempo.

Quanto aos cursos de educação, os autores destacam vários inconvenientes da completa separação entre tais cursos e aqueles centrados nos conteúdos. Estruturar currículos especificamente dirigidos à formação do professor corrobora com o trabalho proposto por McDermott, em que os cursos deveria enfatizar os conteúdos que o professor teria que ensinar. Entretanto para os autores essa se torna injustificada uma vez que conteúdos específicos também ocorrem em cursos científicos ministradas em universidades orientadas a formar professores (Colombianas e Espanholas). Assim concluem que a separação não é garantia.

Planejamentos de formação docente totalmente específicos obrigam a um opção ao final dos estudos de 2º grau prematura que podem dificultar o acesso a docência de bons candidatos e uma desvalorização dos estudos.

Nem uma formação de soma entre preparação científica e cursos gerais, nem alguns estudos totalmente específicos, segundo os autores são suficientes para a formação eficaz de professores. A proposta dos autores é concebida no capítulo seguinte.

## Capítulo 2 – Propostas de reestruturação para os estudos de formação dos professores de ciências

São apresentadas algumas características capazes de reorientar de forma adequada a preparação dos docentes das matérias específicas ministradas de 5ª a 8ª série do 1º grau e do 2º grau. A proposta de estrutura de estudos correspondentes compreende em um *Primeiro Ciclo Universitário do Curso de Graduação* (matérias científicas comuns – duração de 2 a 3 anos); *Segundo Ciclo do Curso de Graduação* (formação docente – currículo: didática específica da matéria articuladora; formação psico-sócio-pedagógica, complementos de formação científica, práticas docentes – mesma duração de qualquer 2º ciclo); ou alternativamente *Curso de Especialização Docente* (Pós-graduação lato sensu); e *Formação Permanente*.

Alguns inconvenientes neste tipo de proposta são adiar a formação docente para um segundo ciclo ou equivalente (como se fosse uma opção a mais); ao deixar a preparação docente apenas para a especialização corre-se o risco de transformá-la em algo breve e de pouca exigência.

A melhor proposta para os autores, no que se refere à estrutura geral da formação inicial dos professores de ciências para a educação secundária, consiste em manter aberto uma via de duplo acesso, onde haja um segundo ciclo no próprio curso de graduação dirigido a docência e estudos de pós-graduação para aqueles que decidirem fazê-lo mais tarde. Conforme segue:

- *Primeiro Ciclo Universitário* (ministrada nas faculdades “clássicas” de Biologia, Física, etc., comuns para todas as especializações);
- *Segundo Ciclo Universitário* dirigido a Formação de Docentes ou opção por Cursos de Pós-Graduação *lato sensu* ou Especialização Docente (ministrada nas faculdades “clássicas”; integração dos estudos de segundo e terceiro ciclo com Faculdades de Educação ou Institutos de Educação – Departamento de Didática específica responsável pela coordenação geral e práticas docentes; Departamento de Psicologia e Ciências da Educação (matérias psico-sócio-pedagógicas) e Departamento de matérias específicas básicas;
- *Formação Permanente* – aberta a todas as iniciativas que favoreçam a (auto)formação dos professores na ativa.

A tendência atual nos países com sistema educativo mais avançado é estabelecer estruturas de formação permanente e não em ampliar a formação inicial ou “*pre service*”. Isso porque os problemas só adquirem sentido quando o professor entra em contato com eles; as exigências de formação são tão grandes que cobri-las necessitariam de um tempo absurdo, ou são realizadas de forma superficial; necessidade da participação continuada em equipes de trabalho para ser efetiva.

Em resumo a formação de professores de Ciências tende a apoiar-se a uma formação inicial breve e em uma estrutura de formação permanente dos professores em exercício.

### *Capítulo 3 – A didática das ciências como núcleo articulador*

O modelo somatório de saberes acadêmicos como base da formação dos professores de Ciências tem como principal obstáculo a falta de integração dos princípios teóricos estudados com a prática docente.

A didática das Ciências é capaz de se tornar esse agente integrador se reunir uma série de características como: a) estar dirigida à construção de um corpo teórico de conhecimentos específicos; b) ser proposta como uma *mudança didática* do pensamento e comportamento docente “espontâneo”; c) favorecer a vivência de propostas inovadoras para questionamento críticos que levem a necessidade de inovações didáticas; d) deverá estruturar-se a fim de incorporar o professor na pesquisa e inovação em didática das Ciências; e) disciplina de didática específica para facilitar a articulação de conhecimentos (didáticos, psico-sócio-pedagógicos e científicos) com a prática docente - a prática de ensino passa a contemplar também a elaboração de materiais educativos, ou análise dos processos ocorridos na sala de aula - conexão entre pesquisa didática universitária e a problemática da sala de aula de Ciências.

A didática como núcleo articulador da disciplina de Ciências, rompe com a ideia de que ensinar é uma tarefa simples, e introduz novas exigências para a formação inicial e permanente do professor.

ANEXO A – UM EXEMPLO DE CRÍTICA FUNDAMENTADA DO ENSINO HABITUAL E DO PENSAMENTO DOCENTE ESPONTÂNEO, E DE COMO

## CONSEGUIR A PARTICIPAÇÃO OS PROFESSORES NA CONSTRUÇÃO DE PROPOSTAS ALTERNATIVAS

### *A didática da resolução de problemas em questão*

Os autores descrevem um processo seguido em um seminário sobre a resolução de problemas, apresentado como sessões de trabalho para um número de professores. O intuito é mostrar o questionamento da didática habitual de resolução de problemas para elaboração fundamentada de propostas mais efetivas (abordagem é construtivista).

#### *1. Provocando um questionamento*

A ideia é questionar a didática empregada em sala de aula, para percepção das deficiências do ensino habitual da resolução de problemas. Assim é apresentado um exercício( $e = 25 + 40t - 5t^2$ ) para cálculo do deslocamento de um corpo em um tempo de 5 e 6 segundos. Os resultados dos cálculos dos professores mostram que o objeto percorre em mais tempo menos distância. Ao refletir criticamente os professores compreendem que a equação corresponde ao movimento de um objeto que avança com velocidade decrescente até parar e começar a retroceder.

Esta atividade provoca uma tomada de consciência e um debate que permite concluir: a presença do operativismo mecânico da resolução de problemas, carente de significado; um tratamento superficial que não se detém no esclarecimento de conceitos. Em síntese, esta abordagem de problemas ao invés de aprofundar os conhecimentos, transforma-se em um reforço de erro conceituais e metodológicos.

#### *2. A necessidade de um requestionamento profundo*

A atividade propõe um esclarecimento da noção de “problema”. Na definição de Krulik e Rudnik (1980) um problema é uma situação, quantitativa ou não, que pede uma solução para a qual os indivíduos implicados não conhecem meios ou caminhos evidentes para obtê-la”. Elshout (1985) desenvolve a ideia de “umbral de problematicidade” diferente para cada pessoa e sobre o qual pode-se considerar que uma situação constitui um verdadeiro problema para as pessoas implicadas.



No ensino habitual os “problemas” são explicados como algo que se sabe fazer, como algo cuja solução se conhece. O professor explica com toda a clareza como fazer, os alunos aprendem e repetem a resolução. Qualquer mudança gera dificuldade e abandono do exercício.

Agir sobre um problema que pode ser resolvido com lápis e papel é diferente de enfrentar autênticos problemas. Neste último caso a ideia consiste em agir como se fosse uma pesquisa onde são utilizados métodos de científicos.

Esta premissa não ocorre em função dos enunciados que incluem dados que respondem concepções indutivistas que orientam para a manipulação de certas magnitudes sem que isso responda a uma reflexão qualitativa nem às subsequentes hipóteses. A superação desta situação aponta a possibilidade de eliminar dados e precisões dos enunciados habituais e construir enunciados mais abertos, para uma resolução de acordo com as características de um trabalho científico. Corroborando esta ideia, os autores em oficinas e cursos de aperfeiçoamento, constataram que qualquer enunciado é traduzível sem impor dificuldades maiores.

### *3. A resolução de problemas como uma pesquisa*

A resolução de problemas sem dados consiste em: a) considerar qual pode ser o interesse da situação problemática abordada (ideia motivadora); b) começar por um estudo qualitativo da situação, tentando limitar e definir de maneira precisa o problema; c) emitir hipóteses fundadas sobre os fatores dos quais pode depender a magnitude buscada e sobre a forma desta dependência, imaginando, em particular, casos limite de fácil interpretação física; d) elaborar e explicitar possíveis estratégias de resolução antes de proceder a esta, evitando a simples tentativa e erro. Buscar diferentes caminhos de resolução para possibilitar o contraste de resultados obtidos e mostrar a coerência do corpo de conhecimentos de que se dispõe; e) elaborar a resolução verbalizando ao máximo, fundamentando o que se faz evitando, uma vez mais, operativismos carentes de significação física; f) analisar cuidadosamente os resultados à luz das hipóteses elaboradas e, em especial dos casos limite considerados g) considerar as perspectivas abertas pela pesquisa realizada, contemplando, por exemplo, o interesse de abordar a

situação num nível de maior complexidade ou considerando suas implicações teóricas ou práticas. Conceber em especial, novas situações a serem pesquisadas, sugeridas pelo estudo realizado – elaboração de um relatório do tratamento do problema, um produto de interesse para a comunidade

Em suma, estas são indicações gerais destinadas a chamar a atenção contra certos “vícios metodológicos. Um processo de pesquisa dirigida para a (re)construção das propostas disponíveis na Didática das Ciências.

## ANEXO B – UM PROGRAMA DE DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS PARA A FORMAÇÃO DOS PROFESSORES

Desenvolvido pelos autores com contínuas revisões em cursos de formação inicial e permanente de professores de Ciências – Referência ao documento “Tendencias y experiencias innovadoras en la enseñanza de las ciencias (Gil-Pérez, 1991).

- Definição de um fio condutor para desenvolvimento da disciplina permitindo a participação dos alunos na definição dos objetivos gerais do curso, assim como uma concepção preliminar da tarefa a ser realizada (ver capítulo 2 parte I).
- Estudo do papel das concepções alternativas dos alunos na aprendizagem das Ciências;
- Esclarecimento das características do trabalho científico;
- Revisão da didática da resolução de problemas;
- Consideração das atitudes com relação à Ciência e sua aprendizagem;
- Atenção ao ambiente de sala de aula e das escolas;
- Incorporação no currículo das relações ensino das Ciências/meio, incluindo interações Ciência/Tecnologia/Sociedade;
- Requestionamento da avaliação;
- Análise do papel do professor em sala de aula – orientador de pesquisas;
- Estabelecimento de critérios para a estruturação de um currículo adequado;
- Estudo dos diferentes paradigmas de ensino/aprendizagem em nível de

recapitulação;

- Treinamento para a reflexão didática explícita;
- Treinamento para o trabalho docente em equipe;
- Vivência de propostas inovadoras e análise crítica das mesmas;
- Aproximação a partir da literatura adequada às linhas prioritárias de pesquisa didática;
- Contato com as estruturas de formação permanente.

Atividades

1. Nas orientações construtivistas avaliação:

- a) **consiste em um instrumento de feedback;**
- b) aprofunda a rememoração repetitiva de conteúdos conceituais;
- c) evita introduzir formas de avaliação da própria atividade docente.
- d) afirma a funcionalidade de um julgamento objetivo.
- e) tem como objetivo medir a capacidade e o aproveitamento dos alunos para promoções e seleções.

2. Um bom domínio da matéria inclui:

- a) não conhecer os problemas que originaram a construção dos conhecimentos científicos;
- b) não considerar as orientações metodológicas empregadas na construção dos conhecimentos;
- c) evitar conceber as iterações Ciência/Tecnologia/Sociedade;
- d) desconsiderar os desenvolvimentos científicos recentes e suas perspectivas;
- e) **saber selecionar conteúdos adequados.**

3. A didática das Ciências é capaz de se tornar esse agente integrador se reunir uma série de características menos:

- a) estar dirigida à construção de um corpo teórico de conhecimentos específicos;
- b) ser proposta como uma *mudança didática* do pensamento e comportamento docente “espontâneo”;
- c) **evitar a vivência de propostas inovadoras para questionamento críticos que levem a necessidade de inovações didáticas;**
- d) estruturar-se a fim de incorporar o professor na pesquisa e inovação em didática das Ciências;
- e) facilitar a articulação de conhecimentos com a prática docente.

4. A formação ambiental não é definida como:

- a) **reflexiva**
- b) natural
- c) senso comum
- d) espontânea
- e) óbvia

5. As estratégias de ensino para uma aprendizagem como pesquisa introduz mudanças profundas no papel do professor e novas exigências formativas. Estas incluem:

- a) apresentar as atividades para evitar uma concepção global da tarefa;
- b) Sintetizar e reformular as tarefas para desvalorizar as contribuições dos alunos;
- c) facilitar informações em momento oportuno para que alunos não apreciem a validade de seu trabalho;
- d) manter clima de cordialidade e aceitação para o bom funcionamento da disciplina e da aula;
- e) estabelecer formas de organização para evitar interações frutíferas entre aula, escola e meio exterior.

6. CARVALHO, Isabel C. M., *Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico*. 2. Ed. São Paulo: Cortez, 2006. cap. 1, 3 e 5.

### **Apresentação:**

A elaboração do livro baseia-se nos seguintes pontos: (i) superar a visão dicotômica de formação inicial e de formação continuada; (ii) investir em sólida formação teórica; (iii) considerar a formação voltada para o profissionalismo docente; (iv) tomar a pesquisa como componente essencial da formação; (v) considerar a prática social concreta da educação como objetivo de reflexão no processo formativo; (vi) assumir a visão de totalidade do processo escolar no contexto sociocultural; (vii) valorizar a docência como atividade intelectual, crítica e reflexiva; (viii) considerar a ética como fundamental à atuação docente.

### **Introdução:**

O livro aborda a questão ambiental e seus desdobramentos educativos, situando os educadores a respeito das propostas e desafios que hoje se apresentam nas práticas de Educação Ambiental.

## **1ª PARTE: CONSTRUINDO NOVAS PAISAGENS DE VIDA E DE CONHECIMENTO**

### **Capítulo I - Repensando nosso olhar sobre as relações entre sociedade e natureza**

Nossas ideias ou conceitos organizam o mundo, tornando-o inteligível e familiar. Ficamos habituados com os nomes e as imagens por meio das quais nos acostumamos a pensar as coisas do mundo, e esquecemos que esses conceitos não são a única tradução do mundo, mas apenas uma forma de tentar compreendê-lo. Os conceitos não esgotam o mundo e nem a totalidade do real. Somos, então, reféns de nossas visões e conceitos, ângulos parciais.

Como não temos uma visão final e permanente das coisas, estamos sempre compelidos a rever, interpretar os sinais que despontam do real, sem nunca esgotá-los em uma palavra ou imagem final e incontestável. Um bom exercício é “desnaturalizarmos” os modos de ver que tínhamos como óbvios, por exemplo, questionando os conceitos já estabilizados, criando espaço para novos aprendizados.

Quando se fala em “meio ambiente” frequentemente são evocadas ideias de “vida biológica” e “vida selvagem”. Tal percepção é reafirmada em programas de TV (como *National Geographic*) que moldaram nosso imaginário acerca da natureza. Contudo, essas imagens de natureza não são um retrato neutro, um espelho do mundo natural, mas traduzem certa visão de natureza que influencia o conceito de meio ambiente

disseminado no conjunto da sociedade. Essa visão tende a ver a natureza como essencialmente boa, equilibrada e estável em suas interações ecossistêmicas. Quando a interação com o mundo humano aparece, é vista como problemática e nefasta para a natureza.

O que ocorre é que essas ideias sobre a natureza não são “naturais”, mas apenas uma maneira, entre outras, de entender as coisas. Visto por outro ângulo, pode ser encontrado outro ponto de vista, o socioambiental, no qual a natureza e os humanos estabelecem uma relação de mútua interação, formando um único mundo. A esse processo interativo os ecologistas chamam coevolução. Dessa perspectiva, podemos falar em sociobiodiversidade como um fator de diversificação que vai além da simples diversidade biofísica.

A Educação Ambiental (EA) pretende superar esses vícios, exigindo um esforço de superação da dicotomia entre natureza e sociedade. A visão socioambiental pensa o meio ambiente como um campo de interações entre a cultura, a sociedade e a base física e biológica dos processos vitais. Assim, as modificações resultantes entre os seres humanos e a natureza nem sempre são nefastas, podem muitas vezes ser sustentáveis, propiciando um aumento da biodiversidade pela ação humana exercida.

A palavra *ecologia*, ao longo dos tempos, transbordou os limites da ciência biológica e ecológica, transitando do campo estritamente científico para o campo social. Houve um deslocamento da ideia da ecologia, que passa a denominar não mais apenas um campo do saber científico, mas também um movimento da sociedade, portador de uma expectativa de futuro para a vida neste planeta.

Ecologia dos biólogos: O surgimento da ecologia ocorreu em 1866, quando o biólogo Ernest Haeckel usou esse conceito na literatura científica, definindo-a como ciência das relações dos organismos com o mundo exterior. Um conceito central que define o principal objeto dos estudos ecológicos é o de ecossistema, que surgiu em 1935 por Arthur Tansley. Essas datas são significativas para a formação da ecologia como ciência. De modo geral, essa ciência busca compreender as inter-relações entre os seres vivos, procurando alcançar níveis cada vez maiores de complexidade na compreensão da vida e de sua organização no planeta. Assim, do estudo de ecossistemas singulares, a ecologia caminhou para o estudo de totalidades mais complexas e inclusivas, como, por exemplo, as noções de biosfera.

## **Capítulo II - Outra ecologia é possível: a ecologia do movimento ecológico**

Ecologia: também associada aos movimentos e práticas sociais que ganharam muitos adeptos para o projeto de mudança da sociedade em uma direção ecológica. Contudo, nesse contexto, já não é uma ecologia dos biólogos. Também, por esse motivo é que a ecologia é uma “ideia migrante”, que transitou do conhecimento científico para as lutas sociais. Esses movimentos incluem todos os grupos que surgiram com força no Hemisfério Norte desde o fim da década de 60, denunciando os riscos e impactos ambientais do modo de vida das sociedades industriais modernas.

Ecologismo e suas raízes contraculturais: As ideias ecologistas tiveram origem em um clima associado a questionamentos da ordem vigente da época, com reivindicantes de novos direitos e do reconhecimento de novas visões. Esses reivindicantes deram origem a agrupamentos, que foram chamados de “novos movimentos sociais” e transcenderam os limites da vida sociopolítica, marcando uma revisão crítica para a sociedade ocidental, fazendo adeptos e valorizando estilos alternativos de vida, tendo como um de seus valores centrais a autonomia. O ecologismo é, reconhecidamente, herdeiro direto desses movimentos, ficando evidentes as lutas por autonomia e emancipação em relação à ordem dominante e a afirmação de novos modos de vida. A crítica ecológica contesta

o estilo de vida contemporâneo, denunciando sua face materialista e agressora do meio ambiente.

Movimento ecológico no Brasil: As primeiras lutas ecológicas no Brasil aparecem nos anos 70, e principalmente nos anos 80, no contexto do processo de redemocratização e abertura política. Em 70, começa a se configurar um conjunto de ações que se nomeiam ecológicas, e no plano governamental, surge uma estrutura institucional voltada para regular e legislar o controle das questões ambientais. O movimento ecológico brasileiro nasce em uma sociedade que está inserida em um contexto internacional com políticas desenvolvimentistas e, por outro lado, internamente vive sob os traumas da censura. Assim, o movimento ecológico aqui será o resultado do confronto: (i) das formas de luta do ecologismo europeu e norte-americano e; (ii) do contexto nacional, em que a recepção do ideário ecológico acontece no âmbito da cultura política e dos movimentos sociais do País, claramente demonstrado no exemplo da causa dos seringueiros da Amazônia, liderados por Chico Mendes.

Caminhos da Educação Ambiental no Brasil: A EA é parte do movimento ecológico. Surge da preocupação da sociedade com o futuro da vida e com a qualidade da existência das presentes e futuras gerações. Assim, é herdeira do debate ecológico e está entre as alternativas que visam criar novas maneiras de os grupos sociais se relacionarem com o meio ambiente. Primeiramente, a EA visava conscientizar sobre a finitude e a má distribuição no acesso aos recursos naturais. Depois, a EA transformou-se em uma proposta educativa que dialoga com o campo educacional. No plano internacional, a EA começa a ser objeto de discussão de políticas públicas em encontros promovidos pela ONU. Essa mobilização estimulou países a adotarem políticas em que a EA integra as ações de governo. No Brasil, a EA aparece em lei desde 1973, como atribuição da Secretara Especial do Meio Ambiente (SEMA). Aqui, o evento mais significativo para a EA foi o Fórum Global, que ocorreu em 1992 no Rio de Janeiro, em que foi formulado o *Tratado de Educação Ambiental para sociedades sustentáveis*, cuja importância foi definir o marco político para o projeto pedagógico da EA.

Assim, conclui-se que a EA constitui uma proposta pedagógica concebida como nova orientação em educação a partir da consciência da crise ambiental. No Brasil, desde 1992, tem-se buscado construir uma perspectiva interdisciplinar para compreender as questões que afetam as relações entre os grupos humanos e seu ambiente, além de criticar a compartimentalização do conhecimento em disciplinas.

### **Capítulo III: Um sujeito ecológico em formação**

A tomada de consciência do problema ambiental tem a ver com a crescente visibilidade e legitimidade dos movimentos ecologistas que vão ganhando força e conquistando adeptos, apontando para um jeito ecológico de ser. Esse modo ideal de ser e viver orientado pelos princípios do ideário ecológico é o que se chama de *sujeito ecológico*. Analisando as trajetórias sociais e biográficas daqueles que assumiram valores ecológicos em suas vidas, percebe-se que, entre eles, varia o grau de identificação e adesão ao conjunto de atributos e valores que formam o núcleo identitário do sujeito ecológico. Isso significa que, por ser um perfil ideal, nem todos conseguem realizá-lo completamente em suas condições reais de vida. Assim, o sujeito ecológico é um sujeito ideal que sustenta a utopia dos que creem nos valores ecológicos, tendo, por isso, valor fundamental para animar a luta por um projeto de sociedade bem como a difusão desse projeto.

O sujeito ecológico agrega uma série de traços e valores, podendo ser descrito em várias facetas. Ex: versão política: sujeito heroico, vanguardista de um movimento histórico; versão Nova Era: alternativo, equilibrado, planetário; versão de gestor social: partilha de

uma compreensão política da crise socioambiental, mediando conflitos e planejando ações.

O ecologismo nasceu criticando a aposta no progresso ilimitado tanto do ponto de vista da duração e da qualidade da existência humana quanto da permanência dos bens ambientais e da natureza em que convivemos. O desejo de mudança atrai energia e inspirações dos que hoje se identificam com o ideário ecológico. Contudo, o clima social da atualidade difere daquele clima revolucionário das décadas de 60/70. O que há, atualmente, é o tempo da desesperança com os sistemas políticos e institucionais, assim, a questão ambiental talvez seja uma das esferas da vida social que hoje mais reúne apostas na possibilidade de mudanças, tanto em termos coletivos, como em transformações em âmbito pessoal. Dessa maneira, a existência de um sujeito ecológico põe em evidência um modo individual de ser e, sobretudo, a possibilidade de um mundo transformado. O educador que passa a cultivar as ideias e sensibilidades ecológicas em sua prática educativa está sendo portador dos ideais do sujeito ecológico. Com isso, a educação ambiental (EA) acaba por oferecer um ambiente de aprendizagem social e individual. Uma aprendizagem que gera processos de formação do sujeito humano, instituindo novos modos de ser.

#### **Capítulo IV: O educador ambiental e as leituras da natureza**

Os diagnósticos críticos das questões ambientais e a autocompreensão do lugar ocupado pelo sujeito em suas relações são o ponto de partida para o exercício de uma cidadania ambiental. Nós humanos somos ao mesmo tempo natureza e cultura, seres por onde a natureza se transforma continuamente em cultura.

A educação acontece como parte da ação humana de transformar a natureza em cultura, atribuindo-lhe sentidos, trazendo-a para o campo da compreensão e da experiência humana de estar no mundo e participar da vida. O educador é um intérprete, vez que educar é ser mediador, tradutor de mundos. É importante, portanto, lembrar que não há apenas uma leitura sobre dado acontecimento, seja este social ou natural, sempre é possível repensar e reinterpretar.

A ideia da leitura como processo de aprendizagem do mundo e de si mesmo é parte da tradição educativa brasileira deixada por Paulo Freire. Nessa perspectiva, a experiência do mundo não é transparente, não é igual para todo, pois o real não se impõe como algo já dado, mas resulta das relações que cada grupo ou indivíduo estabelecem em seus contextos sociais e culturais.

Os rastros da natureza no humano e as pegadas humanas na natureza: A EA fomenta sensibilidades afetivas e capacidades cognitivas para uma leitura do mundo do ponto de vista ambiental. No universo chamado “ambiente” é frequente o trabalho pedagógico recair sobre as interações com o ambiente natural. Com isso, corre-se o risco de tomar a tradição naturalista como matriz explicativa e reduzir o meio ambiente à natureza. Essa lente naturalista é um dos polos em oposição aos quais as práticas de EA crítica têm reivindicado novas leituras e interpretações. Não se trata, porém, de negar a importância das explicações biológicas na EA, mas de alertar para o risco de reduzir o ato educativo a um repasse de informações provenientes das ciências naturais, sem correlacionar esse conhecimento com a complexidade das questões sociais e ambientais que o circundam e o constituem. Isso, pois, no mundo de ordem natural e da realidade puramente objetiva não há lugar para educadores e aprendizagens reflexivas e críticas, não há lugar para processos de construção do conhecimento baseados no encontro do sujeito com o mundo.

Por exemplo, a noção de biodiversidade é uma das tentativas de apreender as interações complexas entre sociedade e natureza, associando as ideias de biodiversidade e biodiversidade. Tal ideia, que traduz a indissociável interação entre o mundo natural e o

social, busca evitar o equívoco de tratar a natureza e o mundo humano como independentes entre si, fugindo do conceito naturalista de meio ambiente, que o reduz a suas condições físico-biológicas de funcionamento. Na perspectiva interpretativa, ao contrário, ambiente é o lugar das inter-relações entre sociedade e natureza. O conhecimento do sujeito-intérprete é experiencial, no qual o encontro do sujeito com o mundo constitui os sentidos da existência. Nessa perspectiva, a compreensão de mundo sempre se mantém aberta para novas aprendizagens.

### **Capítulo V: Uma história social das relações com a natureza**

Tempo e ambiente: Dois tipos de temporalidade afetam o ambiente: (i) contemporaneidade – curta duração, nos afeta mais proximamente, por exemplo, o fenômeno ambiental enquanto problemática social; (ii) longa duração, que influencia os modos de compreensão vigentes, a história dos modos pelos quais grupos sociais pensaram e manejaram suas relações com a natureza. Sendo o educador um intérprete, um de seus desafios é o de articular as camadas de tempo de curta e longa duração relativas às compreensões das relações entre sociedade e natureza, compreensões que constituem as raízes do ideário ambiental de nossa civilização.

Natureza selvagem: a visão antropocêntrica situa o ser humano como centro do universo, e a natureza como o domínio do selvagem e do ameaçador. À medida que o projeto civilizatório moderno avançava, o passado medieval adquiria um sentido negativo, e a ideia de civilidade e cultura era construída como o polo oposto à esfera associada à natureza, ao selvagem e à barbárie. Assim, o repúdio à natureza expressava-se tanto na desqualificação dos ambientes naturais quanto em uma nova disciplina de controle da natureza associada às funções biológicas do ser humano. A cidade se apresentava como o lugar das boas maneiras, enquanto que a natureza representava uma ameaça à ordem nascente. As áreas silvestres precisavam ser “condenadas”, para tanto, a prática de plantar vegetais tornou-se um modo eficiente de aproveitar espaço, além de ser um modo de impor a ordem humana ao mundo natural desordenado. A natureza foi classificada segundo sua utilidade em suprir as necessidades humanas imediatas.

Natureza boa e bela: Na Inglaterra, século XVIII, iniciou-se o fenômeno das *novas sensibilidades*, estudado como um traço cultural ligado ao ambiente social, à medida que se evidenciavam os efeitos da deterioração do meio ambiente e da vida nas cidades, causada pela Revolução Industrial. Tal fenômeno visava valorizar as paisagens naturais, e foi fortalecido com o movimento romântico no século XIX. Essas novas sensibilidades devem também aos efeitos da chegada da indústria, que trouxe a degradação ambiental, que, em muitos casos, era ainda pior que a dos dias de hoje. Além da degradação ambiental, observou-se a degradação humana, resultado da alta concentração populacional, aliada a falta de medidas higiênicas, que ocasionaram grandes epidemias. Essa experiência urbana impulsionou o surgimento de um sentimento estético e moral de valorização da natureza selvagem, afirmando-se a nostalgia da natureza intocada. Esses sentimentos, essas novas sensibilidades, expressaram-se nas inúmeras críticas às intervenções humanas na natureza, à apropriação utilitária dos recursos naturais, à violência contra animais e plantas.

A natureza pedagógica: Rousseau realizou de modo singular a conexão entre as novas sensibilidades e a esfera pedagógica, e para isso, valorizou a natureza como dimensão formadora do humano e fonte de vida, chegando até mesmo a dar à natureza uma visão de ideal de perfeição degenerada pela ação humana. Em seu entender, a natureza constitui uma unidade perfeita e anterior à sociedade, e na educação, a ideia de natureza como estado primeiro e modelo para a Pedagogia perpetuou-se. A crença na natureza e a idealização do natural revelam um desdobramento das chamadas novas sensibilidades na esfera educativa.



A experiência da natureza: entre a tradição e a reinvenção: Todos nós vivemos imersos em uma rede de sentidos culturais historicamente construídos e em permanente diálogo com os significados produzidos pelas gerações que nos antecederam. Logo, somos herdeiros diretos das experiências que marcaram as relações entre sociedade e natureza de nossos predecessores. Estamos marcados pelo passado, mas podemos inventar novas maneiras de estar no mundo. Resgatando elementos do ideário oriundo das novas sensibilidades, podemos constatar que a construção social contemporânea do cuidado com a natureza preconiza um tipo de sensibilidade ecológica fundada na crença de uma relação simétrica e de alteridade entre os interesses das sociedades e os processos naturais.

## **2ª PARTE: ENTRELACANDO NATUREZA, CULTURA E SOCIEDADE: DESAFIOS EPISTEMOLÓGICOS, POLÍTICOS E PEDAGÓGICOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

### **Capítulo I: A epistemologia da Educação Ambiental: a crise de um modo de conhecer e a busca de novos modos de compreender**

O paradigma científico moderno, sua crise e as consequências para a educação: um dos legados do pensamento característico da modernidade foi a construção, por René Descartes, de um modelo de racionalidade que trouxe a legitimação do conhecimento para dentro do mundo humano. A explicação do mundo e a autocompreensão dos seres humanos eram agora imanentes, estavam no mundo e já não dependiam de uma fonte externa. Essa mudança – centrar o humano e a razão, fazendo desaparecer as forças cósmicas e os deuses – inaugurou a “revolução científica” e fundou a modernidade. A racionalidade moderna separou o sujeito cognoscitivo e o objeto do conhecimento, e afirmou-se como capacidade de abstrair as *qualidades* de seu objeto e fazer uma descrição matemática do real. Com isso, em nome da objetividade e da busca de um conhecimento que pudesse ser traduzido em leis gerais, a racionalidade moderna acabou expulsando a complexidade. Afirmou-se uma visão dualista e mecânica do mundo e natureza. Tal maneira de ver o mundo, vezes denominada *paradigma moderno*, entrou em crise por não conseguir responder aos novos problemas da vida contemporânea, como os ambientais. Ao separar a natureza da cultura, a ciência sacrificou a diversidade em nome da universalidade do conhecimento, reduzindo os fenômenos culturais às determinações das leis gerais. A crítica filosófica mostrou o reducionismo científico que, uma das consequências, na Educação, por exemplo, foi a perda de uma racionalidade aberta à compreensão do mundo (*compreensiva*) e para a qual a verdade não é absoluta. Essa racionalidade busca superar as dicotomias entre natureza e cultura. Ainda que tais teorias não sejam hegemônicas, fazem parte da crise do paradigma da ciência positiva.

A interdisciplinaridade: um desafio epistêmico e metodológico: uma das consequências do debate epistemológico é a percepção de que o conhecimento disciplinar (fragmentado e especializado) reduziu a complexidade do real, impossibilitando uma compreensão multifacetada das inter-relações que constituem a vida. A interdisciplinaridade exige nova maneira de conceber o campo da produção de conhecimento buscada no contexto de uma mentalidade disciplinar. A crise ambiental alimenta esses questionamentos epistemológicos, expondo a insuficiência dos saberes disciplinares e reivindicando novas aproximações para que se compreenda a complexidade das inter-relações dos problemas ecológicos. O saber ambiental interdisciplinar, por sua vez, constituído entre as disciplinas, será sempre indisciplinado. Ou seja, um saber que estará sempre transgredindo os limites da disciplina.

A retidão disciplinar e os caminhos híbridos da Educação Ambiental (EA): a despeito da vocação renovadora da EA, as armadilhas de uma cientificidade normativa e tecnicista seguem influenciando a esfera educativa. Não se trata, para a EA, de negar o valor do conhecimento científico da natureza e de suas aplicações tecnológicas, mas de torná-los objeto de compreensão crítica. A EA crítica é capaz de transitar entre os múltiplos saberes: científicos, populares e tradicionais. Ao superar a prevalência do conhecimento científico sobre os outros saberes, aciona nova perspectiva de produção de conhecimento, se aproximando ao que se chama de “conhecimento híbrido”. Assumir uma postura interdisciplinar é situar-se na contracorrente da razão objetificadora e das instituições. A partir desse entendimento, a EA desperta expectativa renovadora no sistema de ensino, da organização e dos conteúdos escolares, convidado a uma revisão da instituição e do cotidiano escolar mediante os atributos da transversalidade e da interdisciplinaridade.

Conectando a vida e o conhecimento no cotidiano da prática educativa: tratando como fato único e isolado, cada área especializada do conhecimento perde a visão do conjunto. O desafio metodológico da interdisciplinaridade está no fato de que uma prática interdisciplinar de EA pode tanto ganhar o significado de estar em todo lugar quanto não pertencer a nenhum dos lugares já estabelecido na estrutura curricular que organiza o ensino. A busca pela interdisciplinaridade exige disponibilidade para construir as mediações necessárias entre o modelo pedagógico disciplinar, já instituído, e as ambições de mudança. A construção de práticas inovadoras não se dá pela reprodução, mas pela criação, por novas relações na organização do trabalho pedagógico.

A interdisciplinaridade como atitude: a abertura ao diálogo entre saberes e ao trabalho em equipe: os problemas ambientais ultrapassam a especialização do saber. Para intervir nos riscos ambientais ou para gerir o ambiente é preciso compreender os processos biológicos, geográficos, históricos, econômicos e sociais geradores desses problemas. Assim, o educador ambiental compartilha o desafio gerado pela complexidade das questões ambientais, e deve, então, estar aberto à observação das inter-relações e dimensões da realidade, além de dever ter muita disponibilidade e capacidade para o trabalho em equipe.

## **Capítulo II: Rumo a uma ética ambiental: novas reciprocidades**

Os seres humanos relacionam-se, também, com outros seres da realidade, que não seres humanos. Essas relações, por sua vez, são modificadoras dos seres humanos e, portanto, em certo sentido, educadoras.

O humano que acolhe o não-humano e o “deixar ser”: o acolhimento e a reciprocidade, vividos como norteadores éticos da relação do mundo humano com a natureza, questionam a postura onipotente e controladora que tem orientado a formação do sujeito moderno e dado o tom do processo civilizatório. Em contraposição a esse modo de alienação do mundo, que desresponsabiliza os seres humanos pelo cuidado com o que vive ao seu lado, vários autores têm-se manifestado, entre eles a filósofa Nancy Mangabeira Unger que discorre sobre o sentido de habitar o mundo em uma atitude de convivência amistosa. Essa postura é um dos aprendizados que a EA proporciona, e é um ideário ecológico que preconiza o *princípio de prudência* como balizador das decisões sobre a adoção de certas biotecnologias cujos impactos ultrapassam nosso conhecimento, podendo, então, desencadear consequências imprevisíveis.

Um novo pacto entre sociedade e natureza: Estamos sendo convocados a estabelecer um novo pacto, denominado *contrato natural*, um contrato social ampliado, incorporando a dimensão ambiental nos planos de futuro e na negociação do presente dos seres humanos. Trata-se de enfrentar o desafio de encontrar os caminhos possíveis para reunir

as expectativas de felicidade humana e a integridade dos bens ambientais, além de construir uma cultura ecológica que compreenda natureza e sociedade como dimensões intrinsecamente relacionadas. A *reciprocidade*, o *acolhimento* e o *reconhecimento* de direitos iguais na relação entre as necessidades humanas e as condições ambientais são a utopia da EA. Para tanto, é preciso compreender os conflitos que atravessam as múltiplas compreensões e práticas ambientais, o que é necessário também para que se sustente uma ética ambiental que se afirme no embate com interesses imediatos e utilitaristas que não estão por ela regulados.

### **Capítulo III: A Educação Ambiental no debate das ideias: elementos para uma EA crítica**

Ao constituir-se como prática educativa, a EA posiciona-se na confluência do campo ambiental e as tradições educativas, as quais produzirão diferentes educações ambientais. É importante não esquecer que o encontro entre o ambiental e o educativo (EA) se dá como um movimento proveniente do mundo da vida, não somente biológica. Superando uma visão ingênua de Educação Ambiental: A EA tem sido expressão cada vez mais utilizada nos textos das políticas e programas de educação e de meio ambiente, bem como nos projetos comunitários de extensão, gestão e ação. Esse uso generalizado da denominação “Educação Ambiental” pode contribuir para uma apreensão ingênua da ideia contida nela. A expressão passou a ser usada como termo genérico para algo como as “boas práticas ambientais”. A visão de EA como espaço de convergência de boas intenções ambientais parece silenciar sobre diversas questões mais relevantes, recusando-se a enfrentar, por exemplo, a complexidade dos conflitos sociais que se constituem em torno dos diferentes modos de acesso aos bens ambientais e de uso desses bens. No debate que envolve as dimensões conflituosas do mundo social, a EA está longe de ser a síntese apaziguadora. Apenas uma visão ingênua tenta sugerir que a boa intenção de respeitar a natureza seria premissa suficiente para fundamentar nova orientação educativa apta a intervir na atual crise ecológica. A EA é uma proposta educativa que faz parte de uma tentativa de responder aos sinais de falência de todo um modo de vida, o qual já não sustenta as promessas de progresso e desenvolvimento. Assim, para evitar um caminho superficial que nos levaria a reforçar uma consciência ingênua de EA é preciso por em debate as premissas, opções, utopias com as quais muitos educadores e profissionais ambientais vêm construindo no mundo.

Elementos para uma EA crítica: a construção de uma EA crítica implica a explicação de algumas posições teórico-metodológicas, como a visão de educação como um processo de humanização socialmente situado. Nessa visão, a prática educativa é processo que objetiva formar o sujeito humano enquanto ser social e historicamente situado. Assim, a educação não se reduz a uma intervenção centrada no indivíduo, e a formação do indivíduo só faz sentido se pensada em relação com o mundo em que ele vive e pelo qual é responsável. Esse projeto educativo crítico rompe com uma visão de educação determinante da difusão e do repasse de conhecimentos. Inspirada em ideias-força que concebem uma educação imersa na vida dos educandos, a EA acrescenta a necessidade de compreender as relações entre sociedade e natureza e intervir nos problemas e conflitos ambientais, formando um *sujeito ecológico* capaz de identificar e problematizar as questões socioambientais e agir sobre elas.

Ultrapassando a fronteira entre a educação formal e a não-formal: além de sua presença no ensino formal, a EA abarca amplo conjunto de práticas sociais e educativas que ocorrem fora da escola. Tais práticas educativas não-formais envolvem ações em comunidade e são chamadas de EA popular. Nesse contexto, a EA busca melhorar as condições ambientais de existência das comunidades, valorizando as práticas culturais locais de manejo do ambiente. Muitos trabalhos nessa área integram o formal e o não-

formal, fechando um círculo virtuoso formado pela aprendizagem escolar e social desenvolvida nas comunidades. Dessa forma, a EA pretende provocar processos de mudanças sociais e culturais que visam obter do conjunto da sociedade tanto a sensibilização à crise ambiental e à urgência em mudar os padrões de uso de bens ambientais quanto o reconhecimento dessa situação e a tomada de decisões a seu respeito.

#### **Capítulo IV: Educação, cidadania e a justiça ambiental: a luta pelo direito de existência**

A trama dos conflitos socioambientais: um olhar sobre as relações sociedade-natureza e sobre a arena de conflitos socioambientais faz perceber uma teia de grupos sociais no campo e na cidade. Tais grupos lançam a questão ambiental na esfera política, entendida como esfera pública das decisões comuns, e essas práticas têm contribuído para a busca de novos pactos e contratos entre a sociedade e o ambiente.

O ambiente como fonte de vida e direito de todos: todos dependemos de um ambiente equilibrado para viver. Contudo, ocorrem conflitos relacionados à gestão e à apropriação de bens ambientais, e o motivo desses conflitos é a tensão entre o caráter público desses bens e sua disputa por interesses privados. Os grupos com maior força econômica e política sobrepõem seus interesses corporativos aos interesses coletivos na distribuição dos bens ambientais. Tal fato ocasiona agressões ambientais, além de ferir o caráter de coletividade desses bens. Nesses conflitos, as populações geralmente encontram formas de se manifestar e exigir algum tipo de reparação, por exemplo, por meio de grupos sociais. Contudo, nem todos os grupos sociais envolvidos nos conflitos socioambientais se veem como ecologistas, ainda assim, isso não significa que essas populações não tenham já certa sensibilidade ambiental presente em seus universos culturais. A introdução da problemática socioambiental na esfera pública não apenas denuncia os riscos ambientais, mas também amplia a consciência de suas causas sociais. Assim, as lutas ambientais são espaços de ação emancipadores que devem ser valorizados por uma prática educativa que se some à busca de uma sociedade justa e ambientalmente sustentável.

#### **Capítulo V: atitude, comportamento e ação política: elementos para pensar a formação ecológica**

As atitudes orientam as decisões e os posicionamentos dos sujeitos no mundo. Atitudes são predisposições para que um indivíduo se comporte de determinada maneira, e assim podem ser preditivas de comportamento. Contudo, não há correspondência direta entre a formação das atitudes e o plano dos comportamentos. Estes são ações observadas, que podem estar ou não de acordo com as atitudes do sujeito. Na EA há muitas atividades que operam de acordo com uma orientação comportamentalista e enfatizam, por exemplo, a mudança de comportamentos de agressão ou indiferença ao meio ambiente para comportamentos de preservação e condutas responsáveis, ao passo que outras orientações valorizam como finalidade de sua ação a formação de uma atitude ecológica.

Uma atitude ecológica é mais que a soma de bons comportamentos: a dissonância entre os comportamentos observados e as atitudes que se pretendem formar é um dos maiores desafios da educação de um modo geral e da EA em particular. Muitas vezes, as atividades de EA ensinam o que fazer e como fazer certo, transmitindo uma série de procedimentos ambientalmente certos. Mas isso nem sempre garante a formação de uma atitude ecológica. Considerando toda a complexidade que envolve as situações de aprendizagem, é interessante ser cauteloso com uma EA que, ao enfatizar a indução ou mudança de comportamentos, nem sempre alcança a formação de uma atitude ecológica, no sentido de uma identificação dos alunos com as causas ecológicas. Uma

atitude ecológica e cidadã implicaria desenvolver capacidades e sensibilidades para identificar e compreender os problemas ambientais, para mobilizar-se, no intuito de fazer-lhes frente e, sobretudo, para comprometer-se com a tomada de decisões, entendendo o ambiente como uma rede de relações entre sociedade e natureza. O grande desafio da EA é, pois, ir além da aprendizagem comportamental, engajando-se na construção de uma cultura cidadã e na formação de atitudes ecológicas. Isso supõe a formação de um sentido de responsabilidade ética e social, considerando a solidariedade e a justiça ambiental como faces de um mesmo ideal de sociedade justa e ambientalmente orientada.

Os comportamentos e o mundo sob controle: o disciplinamento da ação: na educação, a mudança comportamental é vista como a finalidade do processo formativo. Essa ênfase nos comportamentos tem uma matriz teórica que a sustenta, trata-se da aplicação dos fundamentos da psicologia comportamental no campo educativo. A orientação comportamental é aquela que foi incorporada por uma psicologia da consciência que aposta em um sujeito racional.

A diferença entre agir e comportar-se: é possível pensar a prática educativa ambiental como aquela que, juntamente com outras práticas sociais, está ativamente implicada no fazer histórico-social, produz saberes, valores, atitudes e sensibilidades.

O comportamento substitui a ação como principal forma de atividade humana. Esse reducionismo, cuja expressão pode ser encontrada nas ciências comportamentais, está de acordo com uma sociedade que se estrutura para normatizar condutas. Outro aspecto importante da diferença entre agir e comportar-se é que a ação se dá sempre como expressão de um sujeito no mundo, ou seja, um sujeito que se constitui socialmente e não se reduz a uma interioridade privada, uma existência individual isolada da vida em comum. A ideia de comportamento vem carregada da visão que supõe um sujeito atomizado, apartado e privado da esfera das relações históricas e sociais coletivas. Uma felicidade adaptativa é a meta de satisfação que esse sujeito de comportamento busca alcançar. Já o sujeito da ação é aquele pensado como enraizado em uma ordem social que, mesmo que determine seu campo de possibilidades de ação, também é permeável a mudanças e transformações, pelas quais vale a pena lutar.

## 7. CEBRID – Centro Brasileiro de Informações sobre Drogas Psicotrópicas.

Livreto informativo sobre drogas psicotrópicas.

Disponível em: <<http://200.144.91.102/cebridweb/default.aspx>> Acesso em: 26 jan. 2010.

As diferentes drogas psicotrópicas produzem efeitos agudos, crônicos e tóxicos. Estar informado e prevenir o uso de drogas psicotrópicas é importante, em especial junto aos estudantes a partir dos 12 anos de idade.

## O que são drogas psicotrópicas?

**Droga.** Na linguagem comum, droga tem um significado pejorativo, em oposição à linguagem médica, na qual droga é medicamento. **Droga** vem do holandês antigo *droog* significando **folha seca**, pois a maioria dos medicamentos eram de origem vegetal. “Droga”, atualmente, é definida como “*qualquer substância capaz de modificar a função dos organismos vivos, resultando em mudanças fisiológicas ou de comportamento*”. Por exemplo, uma substância que, quando ingerida, contrai os vasos

sanguíneos (mudança fisiológica), outra que ativa os neurônios (modifica a função) e, ainda, outra que faz perder o sono (mudança comportamental).

**Psicotrópica.** Palavra composta por psico (psiquismo) e trópico (atração por), significando “atração pelo psiquismo”.

**Drogas Psicotrópicas**, portanto, são as drogas que atuam sobre o cérebro modificando o psiquismo, sendo identificadas em três grupos:

- 1) **Depressores da Atividade do Sistema Nervoso Central** ou *psicolépticos*: diminuem e deprimem a função cerebral.
- 2) **Estimulantes da Atividade do Sistema Nervoso Central** ou *psicoanalépticos*, *noanalépticos* ou *timolépticos*: aumentam e estimulam o funcionamento do cérebro.
- 3) **Perturbadores da Atividade do Sistema Nervoso Central**: modificam **qualitativamente** a atividade cerebral.

**Exemplos:**

Tipos	Exemplos
<b>Depressores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Álcool.</li> <li>• Soníferos ou hipnóticos: barbitúricos, alguns benzodiazepínicos.</li> <li>• Ansiolíticos, sendo os principais os benzodiazepínicos. Ex.: diazepam, lorazepam etc.</li> <li>• Opiáceos ou narcóticos (aliviam a dor e dão sonolência). Ex.: morfina, heroína, codeína, meperidina etc.</li> <li>• Inalantes ou solventes (colas, tintas, removedores etc.).</li> </ul>
<b>Estimulantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anorexígenos (diminuem a fome), principalmente as anfetaminas. Ex.: dietilpropiona, fenproporex, etc.</li> <li>• Cocaína.</li> </ul>
<b>Perturbadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De origem vegetal <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mescalina (do cacto mexicano).</li> <li>• THC (da maconha).</li> <li>• Psilocibina (de certos cogumelos).</li> <li>• Lírio (trombeteira, zabumba ou saia-branca).</li> </ul> </li> <li>• De origem sintética <ul style="list-style-type: none"> <li>• LSD-25.</li> <li>• "Êxtase".</li> <li>• Anticolinérgicos (Artane®, Bentlyl®).</li> </ul> </li> </ul>

## Drogas Depressoras

**BEBIDAS ALCOÓLICAS: Álcool Etilico - Etanol, Fermentados (vinho, cerveja) e Destilados (pinga, uísque, vodca)**

**Aspectos históricos.** O consumo de álcool pelo ser humano data de aproximadamente 6000 a.C., sendo encontradas interpretações de seu caráter de substância divina em diversos mitos. As bebidas alcoólicas tinham teor de álcool relativamente baixo, como o vinho e a cerveja, devido ao processo de *fermentação*. Com a descoberta da destilação pelos árabes e introduzida na Europa durante a Idade Média, surgiram novos tipos de bebidas alcoólicas *destiladas*, associadas a uma função de remédio para todas as doenças. Daí a palavra “uísque”, do gálico *usquebaugh*, “água da vida”. Com a industrialização houve um aumento da oferta de bebidas e também dos problemas associados ao excesso de consumo de álcool.

**Aspectos gerais.** O álcool, de consumo livre, e incentivado socialmente, atua no **sistema nervoso central**, produzindo alterações comportamentais, com elevado potencial de desenvolvimento de dependência (alcoolismo), de aumento da violência física e no trânsito. Além disso, o alcoolismo é um problema de saúde pública e de custos para a sociedade, ao envolver questões médicas, psicológicas, profissionais e familiares.

**Efeitos agudos.** Os efeitos da ingestão do álcool possuem 2 fases, que variam conforme as características individuais. São elas: a estimulante e a depressora. Dentre os efeitos estimulantes estão: euforia, desinibição e loquacidade. Após maior consumo, ocorrem os efeitos depressores: falta de coordenação motora, descontrole e sono. Em casos extremos, o efeito depressor é exacerbado, podendo provocar o estado de coma. Há outros efeitos do álcool: enrubescimento da face, dor de cabeça e mal-estar geral, o que é mais comum nos orientais e em pessoas que têm dificuldade de metabolizar o álcool.

**Álcool e trânsito.** O efeito depressivo da bebida alcoólica pode ocorrer mesmo quando se consome pequena quantidade (por exemplo, acima de 0,6 g de álcool por litro de sangue, conforme “Lei Seca”). Em especial, a perda de coordenação motora e de reflexos, diminuindo a capacidade de dirigir e operar máquinas. Esta é a maior causa de acidentes de trânsito e de trabalho com máquinas.

Segundo a legislação brasileira (Código Nacional de Trânsito, que passou a vigorar em janeiro de 1998), deverá ser punido o motorista que apresentar mais de 0,6g de álcool por litro de sangue. A quantidade de álcool necessária para atingir essa concentração no sangue é equivalente a beber cerca de 600ml de cerveja (duas latas de cerveja ou três copos de chope), 200ml de vinho (duas taças) ou 80ml de destilados (duas doses).

**Alcoolismo.** É a condição de dependência do álcool, causada por fatores biológicos, psicológicos e socioculturais e que atinge 10% dos adultos brasileiros. Sinais da dependência do álcool: tolerância, desejo incontrolável de beber; ausência de limite para parar de beber; síndrome de abstinência. O *delirium tremens* é um dos sinais caracterizado por tremores, agitação e desorientação.

**Efeitos sobre outras partes do corpo.** A dependência alcoólica pode levar a várias doenças no fígado, aparelho digestivo e sistema cardiovascular.

**Durante a gravidez.** O álcool é um alto risco para o feto e para o alimentando. A consequência mais comum é a “síndrome fetal pelo álcool”, compreendendo irritação, perda de apetite e de sono, além de problemas físicos e mentais.

## **SOLVENTES OU INALANTES: Cola de sapateiro, Esmalte, Lança-perfume e Acetona**

**Definição. Solvente:** substância capaz de dissolver coisas, volátil. **Inalante:** substância que pode ser introduzida no organismo através da aspiração, voluntária ou involuntária, pelo nariz ou pela boca. Solventes e inalantes são inflamáveis e pertencem ao grupo químico dos hidrocarbonetos, como o **tolueno, xilol, n-hexano, acetato de etila, tricloroetileno** etc. Podem ser citados o “*cheirinho da loló*”, preparado clandestino à base de clorofórmio e éter e o lança-perfume, à base de cloreto de etila ou cloretila.

**Efeitos no cérebro.** São bastante rápidos, variando de 15 a 40 minutos, o que gera a repetição da operação por quem “cheira” e podendo ocasionar uma estimulação inicial até depressão e alucinações. São 4 fases de efeitos: 1<sup>a</sup>) **Excitação:** euforia, acompanhada de tonturas e perturbações; 2<sup>a</sup>) **Depressão:** confusão, incoordenação ocular e motora; 3<sup>a</sup>) **Depressão aprofundada:** com alucinações; 4<sup>a</sup>) **Depressão tardia:** pode levar desde a inconsciência, queda da pressão, sonhos estranhos e convulsões, até ao coma e à morte. O uso constante de solventes pode destruir os neurônios e lesionar o cérebro. Os usuários tornam-se apáticos, desconcentrados e com déficit de memória.

**Efeitos sobre outras partes do corpo.** Os solventes tornam o coração mais suscetível à ação da adrenalina, podendo levar à morte por arritmia cardíaca.

**Efeitos tóxicos.** A inalação crônica dos solventes pode causar lesões da medula óssea, dos rins, do fígado e dos nervos periféricos que controlam os músculos.

**Aspectos gerais.** Tornar-se dependente pelo uso constante de solventes é muito comum. Ocorre o desejo de usar a substância, síndrome de abstinência e pode surgir a tolerância à substância com pouca intensidade.

## **TRANQUILIZANTES OU ANSIOLÍTICOS: Benzodiazepínicos**

**Definição.** Os tranquilizantes atuam na diminuição da ansiedade e a tensão, e são denominados **ansiolíticos**. O **meprobamato** era um ansiolítico utilizado antigamente, substituído pelos **benzodiazepínicos**, conhecidos pelo sufixo **pam: diazepam, bromazepam, lorazepam etc**, mas há também o **clordizepóxido**. Os ansiolíticos mais conhecidos são: Valium®, Lexotan®, Lorax®, Somalium® etc.

**Efeitos no cérebro.** Os benzodiazepínicos inibem e deprimem os mecanismos cerebrais hiperfuncionantes, tranquilizando a pessoa com algumas características: 1) diminuição da ansiedade; 2) indução de sono; 3) relaxamento muscular; 4) redução do estado de alerta. Seus efeitos são potencializados com o uso simultâneo de álcool, podendo levar ao coma. O uso constante de ansiolíticos afeta a memória, a aprendizagem e prejudica as funções psicomotoras

**Efeitos sobre outras partes do corpo.** Os benzodiazepínicos afetam exclusivamente o cérebro, não tendo efeitos sobre outros órgãos.

**Efeitos tóxicos.** São necessárias grandes doses (20 a 40 vezes mais altas que as habituais) para trazer efeitos mais graves: hipotonia muscular, dificuldade de andar,



pressão baixa e desmaios. São raros os casos de coma. A intoxicação se torna séria se a pessoa ingeriu álcool. Na gravidez, o uso dessas drogas tem potencial teratogênico.

**Aspectos gerais.** Essas substâncias, quando usadas constantemente ou em grande quantidade na fase inicial, levam à dependência caracterizada por: irritabilidade, insônia excessiva, sudoreação, dor pelo corpo e convulsões. A tolerância à droga não é muito acentuada.

**Situação no Brasil.** Há muitos ansiolíticos benzodiazepínicos no mercado brasileiro e estão em terceiro lugar na preferência (pesquisa em 1997). Os “obesologistas”, há pouco tempo, receitavam ansiolíticos como coadjuvantes nos tratamentos para emagrecer, o que foi proibido por lei. Os laboratórios fazem propagandas desses medicamentos para qualquer tipo de ansiedade e também para evitar o envelhecimento. Atualmente a venda dos benzodiazepínicos é feita com retenção da receita pela farmácia, para posterior controle do Ministério da Saúde.

## **CALMANTE E SEDATIVOS: Barbitúricos**

### **Definição e histórico**

**Sedativos (calmante ou sedante):** medicamentos que diminuem a atividade do cérebro, excitado acima do normal, reduzindo a dor (analgésico), a insônia (hipnótico ou sonífero), a ansiedade (ansiolítico) ou prevenindo as convulsões dos epiléticos (antiepiléticos).

**Efeitos no cérebro.** Os barbitúricos deprimem várias áreas do cérebro produzindo sonolência, calma e relaxamento, bem como perda de raciocínio e de concentração. Com doses elevadas, a pessoa se sente como embriagada, com fala embargada e dificuldade de andar.

**Efeitos sobre outras partes do corpo.** Barbitúricos possuem ação central (cerebral), somente afetando as partes do cérebro que controlam outros órgãos e funções quando usados em dose excessiva.

**Efeitos tóxicos.** O perigo do uso de barbitúricos está no fato de que *“a dose que começa a intoxicar está próxima da que produz os efeitos terapêuticos desejáveis”*. Isto causa incoordenação motora, inconsciência, podendo levar ao coma e à morte por parada respiratória. Os efeitos dos barbitúricos são aumentados pela combinação com álcool. Na gravidez, o uso em excesso apresenta um potencial teratogênico, além de provocar síndrome de abstinência nos recém-nascidos.

**Aspectos gerais.** A **dependência** e a **tolerância** ocorrem com o uso prolongado ou quando as doses são grandes no início. A síndrome de abstinência dos barbitúricos deve ser tratada em hospital, sob risco de morte, e é caracterizada por: insônia rebelde, irritação, agressividade, delírios, ansiedade, angústia, até convulsões generalizadas.

**Situação no Brasil.** Antigamente, vários remédios para dor de cabeça, além da aspirina, continham algum tipo de barbitúrico Ciba lena®, Vernamo®, Talidomida®, Fiorina® etc. tinham o **butabarbitol** ou **secobarbitol** em suas fórmulas. Com o uso abusivo, foram retirados esses barbitúricos das fórmulas. Ainda apresentam barbitúricos o

**butabarbital**, o **fenobarbital** (epilépticos) e o **tiopental** (usado via endovenosa por anestesiologistas). Os medicamentos que contêm barbitúricos nas fórmulas só podem ser vendidos com retenção da receita.

## **ÓPIO E MORFINA: Papoula do Oriente, Opiáceos e Opioides**

**Definição e histórico.** Da planta Papáver *omniforme* “**Papoula do Oriente**” é extraído o **ópio** (do grego, suco), em sumo ou pó, que contém várias substâncias muito ativas, chamadas **opiáceas**. A mais conhecida é a morfina (do grego, “Morfeu”, deus do sono) que atua na depressão do sistema nervoso central. O ópio possui também a **codeína e a heroína** (semi-sintética). Outras substâncias sintéticas, denominadas **opioides**, derivadas do ópio são a **meperidina**, a **oxicodona**, o **propoxifeno** e a **metadona**.

**Efeitos no cérebro.** Os opiáceos ou os opioides têm basicamente os mesmos efeitos no sistema nervoso central, diminuindo sua atividade, diferindo apenas na intensidade e eficiência, em relação à dosagem, na produção de analgesia e hipnose, daí sua denominação de **narcóticos** ou **drogas hipno analgésicas**. A morfina e heroína são bastante potentes e levam rapidamente à dependência, enquanto a codeína e meperidina precisam de doses 5 a 10 vezes maiores para produzir os mesmos efeitos. A codeína é um antitussígeno. Todas essas drogas deprimem os centros da dor, tosse e vigília. Em doses adequadas são terapêuticas, porém, com doses elevadas, deprimem outras partes do cérebro que controlam a respiração, batimentos cardíacos e pressão. Do ponto de vista psicológico, tais drogas, em consequência da depressão geral do cérebro, causam: torpor, alienação, “*mistura de fantasia e realidade, sonhar acordado, estado sem sofrimento, afeto meio embotado e sem paixões*” (p. 27) É uma fuga da vivência psíquica plena, na qual alternam sensações de sofrimento e prazer.

**Efeitos sobre outras partes do corpo.** As principais características em outras partes do corpo são: contração da pupila, paralisia do estômago e do intestino. Daí o uso dos opiáceos como antidiarreicos.

**Efeitos tóxicos.** Quando injetáveis, em doses maiores os narcóticos podem produzir depressão respiratória e cardíaca, deixando o corpo azulado, devido à perda de oxigênio no sangue e queda na pressão arterial. Pode levar ao coma e à morte. Outro efeito do uso injetável é a aquisição de hepatites e AIDS. Um narcótico bastante usado antigamente no Brasil, o Algafan® (propoxifeno), causa a obstrução de veias, levando à amputação de membros. Seu uso foi proibido. Essas drogas levam facilmente à dependência, gerando graves e longas crises de abstinência, além de ter elevado grau de tolerância. No Brasil, são registrados poucos casos de dependência a essas drogas, quando comparados a outros países.

## **XAROPES E GOTAS PARA TOSSE Com Codeína**

**Definição.** Xaropes são medicamentos com grande quantidade de açúcares junto com a substância terapêutica. Alguns xaropes têm a **codeína** como substância ativa, a mais potente para eliminar a tosse, proveniente do ópio. Alguns antitussígenos feitos com plantas, como o agrião e o guaco não causam dependência, sendo denominados fitoterápicos.

**Efeitos no cérebro.** A codeína atua no cérebro, no “centro da tosse”, inibindo-o. Mas atua em outras regiões cerebrais produzindo efeitos analgésicos, soníferos, queda da pressão sanguínea, dos batimentos cardíacos e da respiração.

**Efeitos sobre outras partes do corpo.** A codeína afeta outras partes do corpo do mesmo modo que os opiáceos, contraindo a pupila e paralisando estômago e intestino.

**Efeitos tóxicos.** Altas doses de codeína deprime as funções cerebrais, causando: apatia, queda da pressão, diminuição do ritmo cardíaco, cianose. Em crianças esses sintomas podem ser mais graves.

**Aspectos gerais.** A codeína apresenta efeito elevado de tolerância e de abstinência. Esta é caracterizada por calafrios, câibras, cólicas, coriza, lacrimejamento, inquietação, irritabilidade e insônia.

**Situação no Brasil.** A venda de xaropes e gotas à base de codeína, no Brasil, é feita com a retenção da receita. Porém, a venda ilegal é muito frequente e nem sempre é punida.

## Drogas Estimulantes

### **ANFETAMINAS: Bolinhas, Rebites**

As anfetaminas, também chamadas **rebites** ou **bolas**, são drogas sintéticas estimulantes do sistema nervoso central, deixando seus usuários “acesos”, “ligados”, “alertas” e “elétricos”. Muito utilizadas por motoristas que precisam dirigir ininterruptamente por longos períodos, por estudantes que passam noites inteiras estudando e por pessoas que precisam emagrecer.

A metanfetamina é fumada em cachimbos, principalmente nos Estados Unidos, denominada “ICE” (gelo). A metilenodioximetanfetamina (MDMA), vulgarmente chamada “êxtase” também é muito disseminada entre os jovens.

**Efeitos no cérebro.** As anfetaminas têm grande efeito na alteração do comportamento humano, em especial produzindo insônia, inapetência e euforia, tornando a pessoa capaz de realizar uma atividade por mais tempo, sem cansaço. Quando a droga é eliminada do organismo, aparece o cansaço que só é eliminado com menor intensidade com nova dose. É prejudicial para a saúde que o organismo reaja acima das capacidades. Ao parar de tomar a anfetamina, o indivíduo passa a sofrer de astenia, falta de energia.

**Efeitos sobre outras partes do corpo.** As anfetaminas dilatam a pupila (midríase), podendo ofuscar os olhos, no caso dos motoristas diante de faróis de carros em direção contrária. Aumentam a taquicardia e a pressão, agravando tais quadros quando pré-existentes.

**Efeitos tóxicos.** Doses elevadas acentuam os problemas descritos acima, provocando maior agressividade, irritação e “delírio persecutório”, podendo levar à paranoia e a alucinações, compondo um quadro denominado **psicose anfetamínica**. O uso constante de anfetaminas pode causar degeneração cerebral e lesões irreversíveis.

**Aspectos gerais.** As anfetaminas apresentam elevado grau de tolerância, sendo que o uso prolongado traz paranoia, agressividade, etc., o que se verifica mesmo em pequenas doses. Entretanto a síndrome de abstinência não é uma regra geral para as anfetaminas.

**Informações sobre consumo.** No Brasil é elevado o consumo de anfetaminas, sendo que o uso começa no ensino fundamental e médio. Em 1995 foram consumidas 20 toneladas de anfetaminas.

## **COCAÍNA: Pasta de Coca, Crack Merla**

**Definição.** Cocaína, substância natural extraída da *Erythroxylon coca*, conhecida como **coca** ou padu, típica da América do Sul. Pode chegar ao consumidor na forma de um sal, o **cloridrato de cocaína**, vulgarmente conhecido como “pó”, “farinha”, “neve” ou “branquinha”, solúvel em água e serve para ser aspirado (“cafungado”) ou dissolvido em água para uso intravenoso (“pelos canos”, “baque”), ou sob a forma de base, o **crack**, que é pouco solúvel em água, mas que se volatiliza quando aquecida e, portanto, é fumada em “cachimbos”. (p. 36).

Mas a cocaína também é distribuída na forma base, a **merla** (mela, mel ou melado), sem refino e muito contaminada pelas substâncias utilizadas na extração, é preparada de forma diferente do crack (pedra), mas também é fumada. O crack e a merla não podem ser aspirados, como a cocaína em pó e não podem ser injetados pois não são solúveis em água: “Para passar do estado sólido ao de vapor quando aquecido, o crack necessita de uma temperatura relativamente baixa (95oC), o mesmo ocorrendo com a merla, ao passo que o “pó” necessita de 195oC; por esse motivo o crack e a merla podem ser fumados e o “pó” não”. (p. 36)

A **pasta de coca**, obtida das primeiras fases de extração de cocaína das folhas da planta quando tratadas com álcali, solvente orgânico como querosene ou gasolina, e ácido sulfúrico. A pasta é altamente tóxica, fumada em cigarros chamados “basukos”. Antes de ser isolada a cocaína, a coca era consumida na forma de chá, com permissão legal, sendo que o grau de absorção da coca pelo cérebro é ínfimo.

Hoje, fala-se em uma epidemia de uso de cocaína, mas esse fenômeno não é recente, pois nos anos 1960 e 1970 houve uma explosão no uso da cocaína. Há referências em jornal datando de 1914.

A via de uso do crack e merla é de absorção instantânea pelo pulmão, após a “pipada” (de 10 a 15 segundos), caindo diretamente na circulação, de modo diferente do pó inalado (com ação em 10 a 15 minutos) e a droga injetável (3 a 5 minutos). A duração do efeito do crack é de 5 minutos, em contraposição a injetar ou cheirar, que é de 20 a 45 minutos. Por isso o crack é consumido mais frequente e intensamente e, por isso, leva à dependência de forma mais rápida e mais onerosa do que por outras vias. A compulsão por usar a droga chama-se “fissura”. O crack e merla provocam “um estado de excitação, hiperatividade, insônia, perda de sensação do cansaço, falta de apetite”. (p. 38) O uso constante do crack e da merla provoca perda de peso (8 a 10 kg), perda das noções de higiene, cansaço e intensa depressão.

**Efeitos tóxicos.** A tolerância da cocaína é alta, com o usuário aumentando a dose para sentir efeitos mais intensos, o que leva a maior violência, irritabilidade, tremores e

atitudes bizarras, chegando à paranoia (vulgarmente “noia”), podendo chegar a alucinações e delírios (psicose cocaínica), além de perda do interesse sexual.

**Efeitos sobre outras partes do corpo.** Todas as vias de consumo de cocaína (aspirada, inalada, endovenosa) afetam outras partes e funções do corpo. Crack e merla produzem dilatação da pupila (midríase), além de dor no peito, contrações musculares, convulsões e coma. Os maiores efeitos incidem sobre o sistema cardiovascular, elevando a pressão e taquicardia, podendo ocasionar parada cardíaca por fibrilação ventricular e parada respiratória, levando à morte. O uso constante da cocaína pode produzir lesões dos músculos esqueléticos (rabdomiólise).

**Aspectos gerais.** Os efeitos da cocaína são similares aos das anfetaminas. O uso da cocaína induz a tolerância e sensibilização (inverso da tolerância, quando os efeitos já surgem com pequenas doses). O principal efeito imediato é desagradável, a paranoia, o que leva a aumentar a dose. A síndrome de abstinência da cocaína não produz efeitos no corpo, mas pode ocorrer uma fissura, fazendo com que o usuário utilize novamente a droga não para reduzir a síndrome de abstinência mas para sentir seus efeitos agradáveis resultantes de altas doses.

**Usuários de drogas injetáveis e AIDS.** *“No Brasil, a cocaína é a substância mais utilizada pelos usuários de drogas injetáveis (UDIs)”* (p. 39). Com isso, o risco de contágio de hepatites, malária, dengue e Aids é muito maior. Isto leva os usuários a usar o crack por considerarem mais seguro e deixam de compartilhar seringas e agulhas. Mulheres viciadas prostituem-se para obter a droga, sob efeito da “fissura” não procedendo ao sexo seguro, expondo-se às DST, podendo transmitir vírus HIV aos parceiros.

## TABACO

**Definição e histórico.** Do **tabaco**, planta *Nicotiana tabacum*, é extraída a nicotina, que começou a ser usada no ano 1000 a.C., *“nas sociedades indígenas da América Central, em rituais mágico-religiosos, com o objetivo de purificar, contemplar, proteger e fortalecer os ímpetus guerreiros, além disso, esses povos acreditavam que essa substância tinha o poder de prever o futuro”*. (p. 40) A planta chegou ao Brasil trazida pelos tupis-guaranis e, no século XVI foi levada à Europa por Jean Nicot, inicialmente para fins curativos. Da Europa, foi difundida para Ásia e África no século XVII. A moda de aspirar rapé foi implantada no século XVIII, com finalidades medicinais de combate a enxaquecas. No século XIX surgiu o charuto, originado na Espanha e nos anos 1840 e 1850 surge o cigarro, que alcançou expansão mundial somente após a Primeira Guerra Mundial (1914 a 1918) e, com a publicidade, o consumo de nicotina conquistou escala mundial e, hoje, é uma atividade econômica importante. Na década de 1960 surgiram os resultados de pesquisas associando cigarro às doenças, tanto do fumante ativo quanto passivo.

**Efeitos no cérebro.** Com uma tragada, o pulmão absorve a nicotina, que chega rapidamente ao cérebro (9 segundos) levando à elevação leve no humor (estimulação leve), diminuição do apetite e do tônus muscular. Com o tempo, desenvolve-se a **tolerância**. A parada repentina de fumar também leva à fissura, irritabilidade, agitação, prisão de ventre, dificuldade de concentração, sudorese, tontura, insônia e dor de

Cabeça, caracterizando a **síndrome de abstinência**, que desaparece em uma a duas semanas. “*A tolerância e a síndrome de abstinência são alguns dos sinais que caracterizam o quadro de dependência provocado pelo uso do tabaco*”. (p. 41)

**Efeitos sobre outras partes do corpo.** A nicotina produz aumento leve na taquicardia, pressão, respiração e atividade motora, pois se distribui rapidamente pelos tecidos. Provoca contração do estômago e aumento da vasoconstrição.

**Efeitos tóxicos.** Na fumaça do cigarro, encontram-se algumas substâncias tóxicas, monóxido de carbono e alcatrão, que com o uso crônico podem ocasionar: pneumonia, câncer (pulmão, laringe, faringe, esôfago, boca, estômago etc.), infarto de miocárdio, bronquite crônica, enfisema pulmonar, derrame cerebral, úlcera digestiva etc. Outros efeitos: náuseas, dores abdominais, diarreia, vômitos, cefaleia, tontura, braquicardia e fraqueza.

**Tabaco e gravidez.** O “feto também fuma” com a mãe que fuma durante a gravidez e amamentação. Durante a gravidez o feto recebe substâncias tóxicas do cigarro através da placenta, gerando no recém-nascido redução de peso, menor estatura, aumento do ritmo cardíaco e alterações neurológicas importantes. Além disso, o fumo durante a gravidez aumenta o risco de aborto espontâneo.

**Tabagismo passivo.** Os não-fumantes ou fumantes passivos, inalam os poluentes pela fumaça do cigarro no ambiente. Estudos comprovam que filhos de fumantes apresentam incidência três vezes maior de infecções respiratórias do que filhos de não-fumantes.

**Aspectos gerais.** Fumar é um hábito muito frequente na população, associado e estimulado pela propaganda de cigarro que ressalta o sucesso e esportividade. O controle do tabagismo está aumentando no mundo todo, com campanhas e leis. No Brasil, o INCA (Instituto Nacional de Câncer) é o órgão do Ministério da Saúde responsável por este controle.

## Drogas Perturbadoras

**MACONHA: THC (Tetraidrocanabinol), Hashishi, Bangh, Ganja, Diamba, Marijuana, Marihiana**

**Definição e histórico.** Maconha é o nome brasileiro da planta *Cannabis sativa*. Conhecida há mais de 5000 anos, foi utilizada para fins medicinais e para produzir risos ou sensações diferentes e atualmente é proibida em diversos países, embora reconhecida como medicamento. A maconha reduz ou abole náuseas e vômitos produzidos por medicamentos anticâncer e tem efeito benéfico em alguns casos de epilepsia, mas possui efeitos prejudiciais, decorrentes do THC (tetraidrocanabinol), substância química fabricada pela própria maconha.

**Efeitos da maconha.** Os efeitos da maconha diferem em função de seu processo de produção e também em relação às características individuais. Os efeitos da maconha podem ser físicos ou psíquicos, agudos ou crônicos.



**Efeitos físicos agudos:** hiperemia das conjuntivas (olhos avermelhados), xerostomia (boca seca), taquicardia. **Efeitos psíquicos agudos:** dependem da qualidade da maconha e das diferenças entre os indivíduos, geralmente consistem em uma sensação de bem-estar acompanhada de calma e relaxamento, sentir-se menos fatigado, vontade de rir (hilaridade). Alguns indivíduos têm sensações desagradáveis, denominadas “má viagem” ou “bode”, tais como angústia, perturbação, trêmulas e suadas, problemas de memória e de percepção do espaço. Com o aumento da dose e/ou dependendo da sensibilidade, podem ocorrer **delírios** persecutórios e atitudes arriscadas (ex.: pular da janela) ou **alucinações**, caracterizadas pelas percepções sem objetos, agradáveis ou não.

Os **efeitos físicos crônicos** são graves, atingindo vários órgãos, tais como pulmões, pois a fumaça da maconha, além do alcatrão possui o benzopireno, agente cancerígeno. Outro efeito é sobre a testosterona, diminuindo em 50 a 60% sua quantidade, levando à infertilidade. **Efeitos psíquicos crônicos:** sobre a aprendizagem e memória, podendo levar à amotivação (**síndrome amotivacional**), à dependência e ao agravamento de doenças psíquicas preexistentes.

## COGUMELOS E PLANTAS ALUCINÓGENAS

**Definição e histórico.** **Alucinação** significa, em linguagem médica, **percepção sem objeto, percepção de coisas que não existem**. Podem ser espontâneas, como nas psicoses, sendo a mais comum a esquizofrenia ou estimuladas pelas drogas **alucinógenas (psicoticomiméticas ou psicodélicas)**. A alucinação e o delírio são aberrações, perturbações do perfeito funcionamento do cérebro.

Os alucinógenos podem ser **naturais** ou **sintéticos** (como o LSD-25), **primários**, quando atingem somente o cérebro (ex. THC da maconha) ou **secundários** quando afetam outras funções mentais e do corpo (ex. Datura).

**Vegetais alucinógenos conhecidos no Brasil.** Os principais são: 1) **Cogumelos** (*Psilocybe mexicana*), da qual se extrai a psilocibina, o *Psilocybe cubensis* e a espécie do gênero *Panaeolus*; 2) **Jurema**, preparado à base da planta brasileira *Mimosa hostilis*, que sintetiza a **dimetilriptamina** ou **DMT**. 3) **Mescal ou Peyot**, cacto que produz a **mescalina**, porém não existe no Brasil. 4) **Caapi e chacrona:** utilizada em uma bebida ingerida no ritual do Santo Daime, Culto da União Vegetal e de várias outras seitas, sintetiza a **DMT**, como no caso da Jurema.

**Efeitos no cérebro.** O efeito principal dos alucinógenos é induzir a alucinações e delírios, de forma maleável, com reações psíquicas ricas e variáveis entre a “boa viagem” e as “más viagens”.

**Efeitos sobre outras partes do corpo.** Os mais comuns são dilatação da pupila e sudorese excessiva, taquicardia, náuseas e vômitos.

**Aspectos gerais.** Não há desenvolvimento de tolerância, não induzem dependência e não ocorre síndrome de abstinência com o cessar do uso. O principal problema são os delírios persecutórios, de grandeza ou acessos de pânico e, em virtude disso, tomar atitudes prejudiciais a si e aos outros.

## **PERTURBADORES SINTÉTICOS (Alucinógenos) LSD-25 (ácido)**

**Definição e histórico.** Perturbadores ou alucinógenos sintéticos, produzidos em laboratório, provocam alucinações (auditivas, visuais, etc.). A mais potente droga alucinógena sintética é o LSD-25 (dietilamina do ácido lisérgico), utilizado por via oral, podendo também ser misturado com tabaco e fumado, bastando para isso alguns microgramas. Também há a MDMA (3,4 metilenodioxometanfetamina), vulgarmente êxtase.

**Efeitos no cérebro.** O LSD-25 produz distorções no funcionamento do cérebro, produzindo alterações psíquicas, que variam com as características e expectativas dos usuários, variando da atividade à passividade: distorções de percepção e delírios de natureza persecutória ou de grandiosidade.

**Efeitos sobre outras partes do corpo.** O LSD-25 afeta pouco outras partes do corpo. Em 10 a 20 minutos ocorre aumento do pulso, dilatação da pupila, sudoração e excitação. Raramente ocorrem convulsões.

**Efeitos tóxicos.** O risco da utilização do LSD-25 não está tanto em sua toxicidade, mas sim na perda da percepção de situações de perigo e no comportamento violento. O “flashback” é uma das reações de ansiedade, depressão e acessos psicóticos que pode ocorrer em semanas ou meses após o uso do LSD-25.

**Aspectos gerais.** A tolerância ao LSD-25 aparece e desaparece muito rapidamente, não levando à dependência ou à síndrome de abstinência. Pode haver dependência nas pessoas que utilizam o LSD-25 como “solução de todos os problemas”, gerando alienação.

**Situação no Brasil.** É raro no Brasil, mas predomina nas classes mais favorecidas. Raramente a polícia apreende LSD-25 vinda do exterior. “*O Ministério da Saúde não reconhece nenhum uso do LSD-25 (e de outros alucinógenos) e proíbe totalmente sua produção, comércio e utilização em território nacional*”. (p. 53)

## **ÊXTASE (MDMA)**

**Definição e histórico.** A MDMA (3,4-metilenodioximetanfetamina), sintetizada em 1912 e patenteada em 1914 na Alemanha pela empresa farmacêutica Merck, com a finalidade de diminuir o apetite, porém com baixa utilidade clínica. Na década de 1970 foi retomada como possível auxiliar do processo psicoterapêutico, o que gerou seu uso entre os jovens. A OMS, seguindo postura dos Estados Unidos, incluiu o MDMA (popularmente êxtase) na lista de substâncias proibidas. O êxtase começou, entretanto a ser difundido na Europa ao final dos anos 1980, a partir da cultura *clubber* ou *dance*, surgida em Ibiza (Espanha), chegando ao Brasil nos anos 1990.

**Composição dos comprimidos de êxtase.** O êxtase pode ser encontrado na forma de comprimido, cápsula ou pó, possuindo diversos nomes populares: MDMA, A, E, I X, XTC e ADAM. O êxtase pode conter outras substâncias: MDA, MDEA, metanfetamina, anfetamina, cafeína, efedrina e LSD.



**Características gerais da MDMA.** É uma droga classificada como perturbadora, com atividade estimulante e alucinogênica, em doses a partir de 75 a 150 mg, com efeitos por até 8 horas. A droga chega rapidamente ao cérebro e se distribui em todo o organismo, metabolizada pelo fígado e eliminada pela urina, sendo concluído seu ciclo após aproximadamente dois dias.

**Efeitos físicos e psíquicos. Efeitos agudos:** estimulantes e perturbadores do sistema nervoso central, apresentam os efeitos: melhora na sociabilidade e comunicatividade, percepção musical e de cores, bem como a melhora da autoestima, perda do apetite, dilatação das pupilas, taquicardia e hipertermia, rangido dos dentes e aumento na secreção do hormônio antidiurético. **Efeitos residuais:** perduram dias após o uso de uma droga, tais como fadiga e insônia.

**Principais complicações decorrentes do uso.** A associação entre esforço físico e êxtase tende a aumentar consideravelmente a temperatura do corpo, que pode atingir mais de 42°C e, inclusive, ser mortal. Mas uma das complicações mais curiosas, no entanto, é a da intoxicação por água, para conter o aumento da temperatura, mas que não é eliminada pela ação do hormônio antidiurético .

Quanto associado ao álcool, o êxtase agrava a disfunção do sistema imunológico. O uso prolongado produz problemas no fígado (icterícia), problemas cognitivos (aprendizagem, memória e atenção) e problemas psiquiátricos (esquizofreniformes, pânico e depressão), que variam de acordo com as características das pessoas.

**Consumo no Brasil.** Há uma popularização do uso do êxtase, em especial nas festas *raves*, frequentadas por jovens da classe alta e média-alta, que são mais policiadas ultimamente.

**ANTICOLINÉRGICOS: Plantas: Datura, Lírio, Trombeta, Trombeteira, Cartucho, Saia-Branca, Zabumba Medicamentos: Artane®, Akineton®, Bentyl®**

**Definição e histórico.** As substâncias atropina e/ou escopolamina sintetizadas pelas plantas citadas acima e o princípio ativo (triexafenidil) dos medicamentos referidos produzem um efeito no organismo que a medicina chama de efeito anticolinérgico.

**Efeitos no cérebro.** Os anticolinérgicos produzem delírios e alucinações, dependendo da personalidade do indivíduo e de sua condição, com efeitos intensos, durando de 2 a 3 dias. Os anticolinérgicos são usados no tratamento de várias doenças (Parkinson, diarreia etc.).

**Efeitos sobre outras partes do corpo.** Produzem efeitos no sistema nervoso central e periférico: pupilas dilatadas, boca seca e taquicardia, intestinos paralisados e retenção de urina.

**Efeitos tóxicos.** Os anticolinérgicos podem produzir, em doses elevadas, porém raramente, grande elevação da temperatura, que chega às vezes até 40 ou 41°C, gerando convulsões.

**Aspectos gerais.** O abuso dos anticolinérgicos é comum no Brasil, mas “*não desenvolvem tolerância (necessidade de aumento de dose para sentir os mesmos*

*sintomas prazerosos iniciais) no organismo e não há descrição de síndrome de abstinência, ou seja, quando a pessoa pára de usar abruptamente essas substâncias, não apresenta reações desagradáveis". (p. 58)*

## Outros

**Definição.** Os esteroides anabolizantes substitutos sintéticos da testosterona, levam ao crescimento da musculatura (efeito anabólico) e ao desenvolvimento das características sexuais masculinas (efeito androgênico). São utilizados, na forma de comprimidos ou injeções em doenças que provocaram déficit de testosterona. Mas também os atletas e pessoas com preocupação estética utilizam anabolizantes sem orientação médica e de forma ilegal.

O uso de doses de anabolizantes acima do recomendado é chamado **pirâmide**, caracterizado por combinação de diferentes esteroides, com base na crença de que a mistura produziria aumento maior da musculatura. Outra forma de uso, é tomá-los durante ciclos de 6 a 12 semanas ou mais e, depois, parar por um tempo semelhante e começar novamente, o que garantiria a recuperação do sistema hormonal.

No Brasil, o uso ilícito de anabolizantes é predominante em jovens de 18 a 34 anos de idade do sexo masculino. Os mais comuns são: Winstrol®, Androxon®, Durateston®, Deca-Durabolin®, dentre outros vendidos em academias e farmácias e alguns de uso veterinário.

**Efeitos adversos.** Os principais efeitos do abuso dos esteroides anabolizantes são: nervosismo, irritação, agressividade, problemas hepáticos, acne grave, problemas sexuais e cardiovasculares, aumento do HDL (forma boa do colesterol), diminuição da imunidade. No caso dos injetáveis, há o risco de contaminação com AIDS ou hepatite.

**Outros efeitos. No homem:** diminuição do tamanho dos testículos, da contagem de espermatozoides, impotência, infertilidade, calvície, ginecomastia, dificuldade ou dor para urinar e aumento da próstata. **Na mulher:** crescimento de pêlos faciais, alterações ou ausência de ciclo menstrual, aumento do clitóris, voz grossa, diminuição de seios. Alguns desses efeitos são irreversíveis. **No adolescente:** maturação esquelética prematura e puberdade acelerada, crescimento raquítico e estatura baixa.

Efeitos psicológicos incluem: variação de humor, irritabilidade e nervosismo, podendo chegar à agressividade e à raiva incontroláveis. (p. 62) Ainda causam ciúme doentio, ilusões, grandiosidade, distração, confusão mental, esquecimentos, dismorfia corporal.

Ao parar com os anabolizantes, os usuários perdem a massa muscular, o que contribui para a dependência, mas não existem evidências que os anabolizantes melhorem a capacidade cardiovascular, agilidade, destreza ou desempenho físico (p. 62).

Os principais esteroides anabolizantes, em sua grande maioria com uso injetável, são: estanozolol, nandrolona, metenolona, oximetolona, nesterolona, oxandrolona, sais de testosterona e boldenona (uso veterinário). Os mais utilizados no Brasil são: estanozolol (Winstrol®) e nandrolona (Deca-Durabolin®). (p. 63)

8. DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

Flávia Motta Lima- Curitiba/PR

O presente livro faz parte de uma coleção denominada – Coleção Docência em Formação, esta é destinada a formação inicial de professores e na formação continuada de professores que se encontram em exercício, fornecendo subsídios formativos em consonância com as novas diretrizes curriculares e a LBD, apresenta as Ciências Naturais como um conteúdo cultural relevante para que possamos compreender e atuar no mundo contemporâneo. Incentivar os professores a mudanças em sua docência, saber usar e disseminar novos conhecimentos e práticas aos alunos, é a proposta dos autores do livro.

O capítulo 1 aborda os desafios do ensino de Ciências, que não é restrito a esta disciplina, e sim a toda educação escolar que vive em um momento de transformações, devido aos desafios do mundo contemporâneo, que refletem na formação inicial e continuada de professores que apresenta sinais inequívocos de esgotamento.

A primeira questão levantada pelos autores é a forma como a Ciência é trabalhada, apresentada como uma ciência morta, pelo distanciamento do uso dos modelos e teorias para compreensão dos fenômenos naturais e fenômenos vindos da ação do homem além de apresentar a ciência como um produto acabado e inquestionável.

Em outros tempos, poucos alunos chegavam ao ensino médio e a minoria fazia o nível superior. Hoje, não foi só o número de estudantes que aumentou; modo como eles chegaram também mudou: novas formas de expressão, crenças diferenciadas, expectativas de vida diferenciadas, ou seja, temos um novo público que traz a necessidade de mudanças no ensino de ciências.

Assim, temos dois tipos de ensino de Ciências: um voltado para a formação de cientistas e outro, que é a *ciência para todos* que exige mudanças na atuação do professor, na medida em que este deverá se mobilizar na busca por construir o entendimento de que o processo de produção do conhecimento, que caracteriza a ciência e tecnologia, não pode ser desvinculado da realidade, pois é resultado da ação humana sócio-historicamente determinada e submetida a pressões internas e externas.

Um ponto interessante destacado pelos autores diz respeito à Cultura, termo este que nos remete à Arte, Cinema, Letras e desvincula a Ciência e Tecnologia que são também formas de cultura com teorias e práticas em seu sentido mais amplo.

Os autores destacam que o livro didático é ainda insuficiente como principal ferramenta de trabalho do professor. Hoje, há uma grande discussão nacional sobre os equívocos, principalmente de conceitos e metodologias, apresentados nos livros didáticos, e pouco se tem dado importância a outras fontes de informações como livros paradidáticos, recursos midiáticos e rede *web*.

Outra forma de desvinculação do processo de ensino/aprendizagem são os espaços de divulgação científica e cultural como: museus, planetários, exposições, feiras e clubes de ciências, estes chegam a ser tratados como opções de lazer e não como fontes de aprendizagem e extensão do espaço escolar.

Trabalhar com produção científica no ensino de Ciências exige que antes o professor faça uma reflexão baseada em quatro pontos: o primeiro é que o conhecimento científico não é pronto, verdadeiro e acabado, pois é um processo em constante transformação e dinâmico; o segundo ponto é sempre abordar a conceituação científica contida nos modelos e teorias; o terceiro ponto é analisar qual conhecimento científico deve ser ensinado aos alunos e quais não serão abordados e por que, e o último ponto, a ser levado em consideração no trabalho com a produção científica, é a relação ciência-tecnologia, sendo que esta não pode ser ignorada quando se ensina Ciências.

Portanto, o ensinar Ciências no ensino fundamental e médio é permitir ao aluno se apropriar da estrutura do conhecimento científico e de seu

potencial explicativo e transformador, garantindo assim uma visão mais ampla e abrangente dos modelos e teorias.

Alguns temas, quando tratados no ensino de Ciências, são brevemente apresentados aos alunos, ignorados ou até mesmo desatualizados. Um exemplo disto é o modelo atômico que trabalha a questão dos elétrons, prótons e nêutrons, mas sabe-se pouco sobre os *quarks* que estão lá presentes no núcleo atômico; outro exemplo é o tema *deriva continental* - falam-se das placas tectônicas, camadas rochosas e fósseis, mas pouco se fala da movimentação do manto superior a uma profundidade de 700 km da superfície, sugerindo correntes profundas de convecção.

A forma como são descritos os ventos, marés, nuvens, auroras boreal e austral, extinção de espécies seguramente não acontecem na Terra como se explica nas aulas de Ciências e em outras disciplinas.

Uma explicação básica para a existência de vida na Terra é a presença do processo de fotossíntese como sendo a única fonte de energia para os seres vivos e isto acontecendo há cerca de 4 bilhões de anos atrás, mas estudos recentes mostram que um dos indicadores de aumento de oxigênio da Terra, um minério primevo de óxido de ferro, não supera 2,7 bilhões de anos.

Quando se trata de código genético, um exemplo, que não é abordado em sala de aula, é o fato de que bactérias presentes em fundos de poços de petróleo possuem o mesmo código genético que bactérias que vivem em nosso intestino.

Esses são alguns temas que são parcial ou totalmente abstraídos do ensino de ciências.

### **Aluno como sujeito do conhecimento**

Ao pensar nos alunos, geralmente, os categorizamos em um grande grupo, não os pensamos como pessoas concretas, com desejos, aspirações, dificuldades, capacidades. Sabemos pouco sobre os alunos: quem são, o que esperam da escola, o que os preocupa, como aprendem. Reflitamos um pouco mais sobre isso.

Quando se fala em sujeito de aprendizagem, estamos nos referindo a uma pessoa que realiza uma ação e não quem sofre ou recebe esta ação, que

é construída pela interação entre o sujeito e o meio que o circunda, natural e social. Ultimamente, tem se pensado muito no desempenho da ação docente e pouco se tem pensado sobre o efeito desta sobre o aluno, que tipo de aprendizagem se está propiciando, se o currículo está adequado ao meio do aluno, não se pára para pensar do porquê da sequência de conteúdos em livros e guias curriculares, será que o aluno é o foco da aprendizagem? É preciso pensar mais sobre quem é esse aluno.

Trabalhar com o conhecimento científico, nos dias de hoje, é relacioná-lo com estilos de vida como o naturalismo, questionar decisões políticas e econômicas etc. Portanto, a ciência não é mais um conhecimento exclusivo do espaço escolar, nem restrito a uma camada social; é algo contemporâneo que influencia decisões mundiais. Por isso, trabalhar com as informações da ciência de forma isolada e tradicional leva a um ensino fora do contexto mundial.

### **Quem é o sujeito do conhecimento?**

A existência humana pode ser caracterizada em três esferas: **a simbólica, a social e a produtiva**, sendo que estas identificam o perfil do aluno que possui origens diversas e vive o mundo contemporâneo.

A **esfera simbólica** refere-se àquele sujeito que está continuamente construindo explicações sobre o mundo que o cerca, desde o seu nascimento e ao longo de toda a sua vida; é nesse ambiente que ele constrói tanto a sua linguagem, quanto as explicações e conceitos vindos das suas relações e da sua constituição orgânica.

No ensino de Ciências Naturais, parte-se do princípio de que o sujeito já vem com seus conhecimentos prévios a respeito do objeto de ensino, sendo esta ciência composta de um conjunto de explicações com características próprias e procedimentos acerca da natureza e os artefatos materiais.

Assim, os sujeitos vão construindo suas ideias, conceitos, um conjunto de pensamentos em uma relação lógica ou em um emaranhado de informações, mas que levam a ação do sujeito em seu mundo.

A aprendizagem em Ciências Naturais parte de um conhecimento prévio chamado de *cultura primeira ou prevalente*. Este conhecimento se dá a partir de sensações orgânicas, experiências sobre objetos, artefatos e fenômenos, relações direta ou indireta com outras pessoas ou com meios de comunicação, preceitos religiosos e tradições locais. Mediante isso, a cultura primeira e o conhecimento sistematizado caminham juntos convivendo e alimentado-se mutuamente.

Portanto, o conhecimento em Ciências Naturais causa impactos na visão de mundo, interagindo com interpretações religiosas, comportamento e hábitos da tradição, e isto possibilitará que o aluno perceba as diferenças estruturais nos procedimentos e conceitos.

O estudo da **esfera social** será dividido em quatro grupos: unidade familiar, escola, trabalho e outras relações sociais.

A **unidade familiar** pode ser considerada desde a tradicional - aquela composta pelo pai, mãe, filhos, a família extensa aquela constituída pelos avós, primos e outros parentes, à instituição onde os adolescentes encontram-se internados, e ao grupo primário atribuída ao grupo de adolescentes que vivem nas ruas. Esta organização apresentada acima possui suas regras, valores, hábitos e comportamento peculiares e faz com que os adolescentes criem bagagens e demandas diferentes e é esta heterogeneidade que é trazida para a sala de aula.

Com isto, trabalhar com Ciências Naturais como um processo hierarquizado de informações, com sequências rígidas e fragmentadas de ensino, somente irá adiar ao aluno a possibilidade de compreensão e explicação da realidade e a possibilidade de intervenção nesta.

Outro espaço social é a escola onde ocorrem relações sociais mais amplas, mas com regras instituídas. Portanto, as relações são mais normativas do que afetivas e construídas em torno da aprendizagem.

A escola é um espaço com autonomia para ter seu próprio projeto pedagógico, regulamentos e normas. Neste espaço, conflitos de adolescência são tratados de formas diferenciadas - alguns com sucesso e outros não. É nesta realidade que o professor de Ciências está imerso, é um desafio tornar o conteúdo atraente para a curiosidade ilimitada do adolescente.

É na escola que se aprende a enfrentar situações do cotidiano, a resolução de problemas individuais e coletivos, trabalhos em grupo, ou seja, diversas situações com seus limites e possibilidades.

Mas um espaço social é o trabalho que implica na convivência determinada pela produção material e intelectual - a marca desta relação social é a impessoalidade. Neste meio, encontramos crianças e adolescentes submetidos a cargas horárias, muitas vezes extenuantes, com atividades que exigem muito esforço físico, e até mesmo a situações de risco e de insalubridade.

Ser escolarizado passa a ser uma condição indispensável para o mercado de trabalho ou a pessoa é vista como insuficiente para o cargo pretendido, e além da escolaridade, a tendência dos empregos, atualmente, é exigir a demonstração da capacidade do indivíduo de se adaptar as novas formas de trabalho.

A relação do professor de Ciências, nesse mundo do trabalho, é considerada positiva, pois além da sua formação básica, ele dispõe de farto material da área nos meios digitais e impressos como internet, vídeos, jornais e revistas, sendo preciso apenas o professor selecionar estas informações e reagrupá-las, possibilitando ao aluno o desenvolvimento de algumas habilidades necessárias para a inserção no mercado.

A última relação de sociabilidade é aquela que ocorre particularmente com adolescentes: é a relação de namoro, amigos, grupos religiosos e esportivos, participação em grêmios escolares e em jogos/competições esportivas, são espaços onde os adolescentes exercem sua autonomia individual ou em grupo, e onde ele se expressa, experimenta, reestrutura valores e comportamentos.

Voltando a última esfera, que caracteriza a existência humana - a **produtiva**, que é a capacidade humana de intervir no seu ambiente ou nas próprias relações. Surgiu, assim, o campo das ciências naturais - a partir dos conhecimentos e técnicas para a intervenção na natureza e na busca de sua compreensão, sendo que o resultado dessa intervenção é e foi positivo, pois permitiu a geração de novas tecnologias.

## **Relação entre conhecimentos do professor e dos alunos**



O professor, além de ser o porta-voz de um conteúdo escolar em sala de aula, é mediador da aprendizagem do aluno, e é nesta relação que ele busca sua realização profissional e pessoal, por meio de resultados positivos de seu trabalho - um exemplo deste resultado é ver alunos aprendendo e gostando de aprender.

O aluno é sujeito da sua própria aprendizagem, é nas relações pessoais que ele compartilha, convive e aprende novos conhecimentos.

A interação estabelecida em sala de aula entre o professor e alunos é sempre entre o professor com um grupo de alunos, mesmo tendo alunos com tempos, demandas diferentes, esta relação sempre será com o grupo.

O desafio ao professor é tornar a aprendizagem dos conhecimentos científicos algo prazeroso e significativo para a vida do grupo de alunos. Buscar o novo em Ciências Naturais é trazer para a sala de aula recursos midiáticos como jornais, revistas e novidades da Internet, visitação a museus, exposições de cunho científico, além de tornar o espaço físico da escola um local de divulgação científica como murais, jornais da escola, livros de ficção científica, feira de ciências e isto não é restrito à sala de aula, mas ao pátio e corredores da escola.

## **Conhecimento e sala de aula**

*“A sala de aula é o local privilegiado do ponto de vista das relações que se estabelecem entre aluno e aluno, aluno e professor e destes com o conhecimento, uma vez que, cotidianamente, essas relações têm ocorrência sistemática, sendo planejadas com base em alguma perspectiva didático-pedagógica.” (Delizoicov, D, 2007.)*

Quando é apresentado o sujeito do conhecimento podemos denominar aquele que conhece e o objeto do conhecimento àquilo que se quer conhecer, já para a visão clássica da ciência isto é questionável, pois para o surgimento de novos conhecimentos científicos é preciso ter uma intensa interação entre o sujeito e o objeto de estudo.

Uma preocupação do filósofo Gastón Bachelard é a descontinuidade do processo de apropriação dos conhecimentos tanto para os estudantes quanto para quem produz cientificamente. Ele e outros epistemológicos acreditam que teorias formuladas somente a partir de objetos ou aquelas que envolvem somente o sujeito, não são referências adequadas às teorias do conhecimento. Assim, o que temos de mais atual é o surgimento de teorias cuja premissa é a interação não neutra entre sujeito e objeto.

Disto aparece o sujeito coletivo constituído pelas esferas simbólica, social e produtiva, conforme apresentado em **Quem é o sujeito do conhecimento?** Este sujeito coletivo é o sujeito individual quando passa a interagir, a se relacionar com o meio físico e social pelos quais se apropria de padrões quer de comportamento quer de linguagem, para uma abordagem do objeto do conhecimento.

### **Dimensão educativa das interações**

O conhecimento pode ser dividido em duas categorias: o conhecimento científico e o senso comum, este último faz parte do conhecimento prévio do aluno. Segundo Paulo Freire e George Snyders contemplam, em suas concepções, a proposta do ensino sempre como uma abordagem temática que possibilite a ocorrência de rupturas durante a formação do aluno. Esta abordagem temática são os objetos de estudo ou objetos do conhecimento; outro ponto a ser destacado na proposta de Freire e Snyders é quanto ao currículo escolar, que deve ser estruturado com atividades educativas, com seleção de conteúdos que constem na programação das disciplinas e com uma abordagem sistematizada em sala de aula, rompendo assim com a forma posta do ensino tradicional que tem como princípio a conceituação científica. Segundo os dois autores, a conceituação científica será abordada no processo

educativo ficando subordinada às temáticas significativas quanto à estrutura do conhecimento científico.

Assim é legado à educação escolar um trabalho didático-pedagógico que leva os alunos a fazerem rupturas durante o processo educativo, na abordagem dos conhecimentos que serão organizados em temas que, então, se tornarão conteúdos programáticos.

### **Dimensão didático-pedagógica das interações**

Quando se fala do processo didático-pedagógico é preciso garantir a apreensão do significado e interpretação dos temas pelos alunos e que estes possam ser problematizados. Segundo Freire nem só os significados e interpretações dos temas serão apreendidos e problematizados pelos alunos, o que o professor traz em sua bagagem pessoal e de formação é considerado também no processo educativo.

Com isto, é importante compreender a necessidade de estruturar o currículo por temas e com situações que sejam significativas para o aluno, ao invés de estruturar o currículo na perspectiva conceitual. Dessa forma, teremos os conhecimentos e compreensão dos sujeitos da educação – aluno e professor - em relação ao tema e ao objeto de estudo.

Assim, os alunos terão mais a dizer sobre racionamento de energia, poluição do ar e AIDS do que em relação à radiação solar, mudança de estado da matéria, indução eletromagnética pressupostos que serão do conhecimento do professor de Ciências.

*“Em síntese: a abordagem dos conceitos científicos é ponto de chegada, quer da estruturação do conteúdo programático quer da aprendizagem dos alunos, ficando o ponto de partida com os temas e as situações significativas que originam, de um lado, a seleção e organização do rol de conteúdos, ao serem articulados com a estrutura do conhecimento científico, e de outro, o início do processo dialógico e problematizador.”*  
(Delizoicov, D. 2007)

Paulo Freire propõe o processo de codificação-problematização-descodificação, para a dinâmica da interação na sala de aula, que tem como meta subsidiar o enfrentamento e a superação do que é apresentado pelo aluno em sua cultura primeira. Com isto, o professor verifica qual o significado que o sujeito-aluno atribui às situações, o aluno problematiza por meio de formulação de problemas a serem enfrentados com uma interpretação científica introduzida pelo professor.

Um dos pontos a serem trabalhados no processo educativo pelo professor é apreender o conhecimento já construído pelo aluno, pois assim conseguirá aguçar as contradições e localizar as limitações desse conhecimento (cultura primária) e propiciar um distanciamento crítico do educando ao se defrontar com o conhecimento que ele já possui e, ao mesmo tempo, propiciar a alternativa de apreensão do conhecimento científico.

Para se estabelecer uma dinâmica da atuação docente em sala de aula, algumas iniciativas educacionais caracterizaram esta dinâmica em momentos pedagógicos com funções específicas e diferenciadas aqui descritas:

### **Problematização inicial**

É o momento inicial onde o professor apresenta situações reais que os alunos conheçam e vivenciam em que são introduzidos os conhecimentos científicos. É o momento no qual os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre o assunto e o professor irá problematizar este conhecimento, fomentando discussões, lançando dúvidas sobre o assunto e fornecendo explicações.

O objetivo deste momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno, ao se deparar com interpretações das situações propostas pelo professor.

### **Organização do conhecimento**

É o momento em que os alunos estudarão os conhecimentos selecionados pelo professor como necessários para a compreensão dos

temas e da problematização inicial. Neste momento, o aluno irá resolver problemas e atividades propostas em livros didáticos que desempenharão uma função formativa na apropriação de conhecimentos.

### **Aplicação do conhecimento**

É o momento em que é abordado sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno e em que são analisadas e interpretadas as situações que determinaram seu estudo; é neste momento que os alunos são capacitados para empregar seus conhecimentos, e em que eles poderão articular a conceituação científica com situações reais.

### **Escola, currículos e programação de Ciências**

#### **Temas e conteúdos programáticos escolares**

Os autores, ao longo do livro, trabalham a reflexão e prática de uma educação progressista que tem a estruturação curricular baseada em temas, que compõem os eixos estruturantes do currículo escolar, e no caso da disciplina de Ciências, além de privilegiar e desenvolver a conceituação científica, esta estruturação contribuirá com a exploração dos conhecimentos em ciência e tecnologia.

A programação da disciplina de Ciências tem muito com que contribuir, ao explorar temas relativos às teorias e modelos comprometidos com revoluções científicas (Khun, 1975).

Quando se opta por trabalhar com a abordagem temática, faz-se também uma ruptura com a lógica com que os programas têm sido elaborados, estes baseados na abordagem conceitual e os conteúdos escolares baseados em conceitos científicos.

Os autores lançam algumas questões para reflexão:

Por que se prioriza o ensino de determinados conteúdos?

Por que se omitem conteúdos igualmente importantes?

Quais critérios direcionam a inclusão e a exclusão dos conhecimentos científicos produzidos, que são cada vez mais volumosos, relevantes e mesmo surpreendentes?

Quais conteúdos constarão ou não da programação da disciplina de Ciências?

Optar pela abordagem temática implica mudanças na formação inicial da graduação de professores, baseada atualmente em conhecimentos clássicos e que não privilegia a tecnologia e os conhecimentos contemporâneos.

Ao se trabalhar com a abordagem temática é preciso, inicialmente, se fazer uma investigação temática que tem como meta tanto obter os temas geradores quanto planejar sua abordagem problematizadora no processo educativo.

*A sua última etapa [da investigação temática] se inicia quando os investigadores, terminadas as descodificações nos círculos, dão começo ao estudo sistemático e interdisciplinar dos seus achados...*

*Estes temas devem ser classificados num quadro geral de ciências, sem que isto signifique, contudo, que sejam vistos na futura elaboração do programa como fazendo parte de departamentos estanques.*

*Significa, apenas, que há uma visão mais específica, central, de um tema conforme a sua situação num domínio qualquer das especializações (Freire, 1975, p.134-135)*

Articular temas e conceituação científica, além do conhecimento prévio do aluno, é um dos grandes desafios a serem enfrentados na elaboração de programas que comporão o currículo escolar. No caso do ensino de Ciências Naturais, é proposta a eleição de conceitos *supradisciplinares*, que serão balizadores nas aquisições do saber nessa área.

Estes conceitos supradisciplinares que aqui serão chamados de *conceitos unificadores* são complementares aos temas e divididos em quatro categorias de acordo com os autores:

**Transformações:** da matéria viva e/ou não viva, no espaço e no tempo.

**Regularidades:** categorizam e agrupam as transformações mediante regras, semelhanças, ciclos abertos ou fechados, repetições e/ou conservações no espaço e no tempo.

**Energia:** conceito que incorpora os dois anteriores, com a vantagem de atingir maior abstração e muito ligada à linguagem matemática.

**Escalas:** envolver conceitos de escalas macro e microscopias, ergométricas e em nível espacial.

Estes conceitos tendem a aproximar as várias ciências, criando vínculos e estreitamentos entre os cientistas, professores e currículos.

Usualmente, nas aulas de Ciências, utiliza-se a classificação dos animais e vegetais segundo as ordens e classes, embora sejam úteis, estas classificações tendem a representar o conteúdo de forma estática e estratificada.

Assim, os conceitos unificadores passam a ser pontes de transição entre um saber e outro e permeiam o saber que domina o senso comum e o saber sistematizado.

A tarefa de articular temas e conceitos unificadores, que visa à elaboração de um programa ou de um planejamento, é um trabalho a ser realizado em equipe. Os autores apresentam um mapa conceitual que mostra uma visão geral do processo de produção compartilhada do programa, na perspectiva de uma abordagem temática e conceitual unificadora.

**Temas e/ou  
situação  
significativa**

Fonte: Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos

Um auxílio aos professores na identificação de quais conteúdos os alunos precisam se apropriar, para compreenderem os fenômenos e temas da perspectiva do conhecimento científico, é partir de *questões geradoras* articuladas com os conceitos científicos que juntos compõem o programa de ensino.

### **Escolher e organizar meios**

Podemos definir três grandes eixos que balizam a atuação docente: o primeiro é o **conhecimento** que se quer tornar disponível, o segundo são

**situações significativas** que envolvem temas e sempre relacionados com a realidade em que o aluno está inserido e o terceiro são os **fatores** que estão **diretamente ligados à aprendizagem** do aluno. Uma das formas de articular esses três eixos é o uso do tema gerador.

### **Meios e materiais: fontes de busca**

Sabe-se da deficiência dos livros didáticos, mas mesmo assim vêm sendo utilizados como única fonte de informações, criando prática rotineira nas escolas.

O professor é o organizador das suas atividades e quanto maior seu acesso a alternativas de materiais, maior oportunidade terá de encontrar conteúdos mais adequados para o trabalho com os alunos. Organizar banco de materiais, textos de recortes de jornais e revistas, livros, vídeos, revistas de divulgação científica são exemplos de alternativas que o professor tem a sua disposição, preservando assim a sua responsabilidade e o aspecto criativo e prazeroso de sua atividade.

### **Questões de linguagem**

A dificuldade que os alunos, principalmente do ensino fundamental, têm em lidar com a linguagem escrita é um fator que cria dificuldade para sua utilização na introdução de novos conhecimentos. A escrita e o seu uso são restritas às disciplinas de linguagem e, nas demais disciplinas, esta não tem um papel de expressão, o que talvez explique a dificuldade que os alunos apresentam em construir um conhecimento baseados na leitura e escrita.

Outra dificuldade apresentada pelos autores são as ilustrações que se encontram nos livros didáticos, que levam à construção errônea de conceitos, relações e dimensões. Por exemplo, na representação do sistema solar é comum acentuar a forma elíptica das órbitas, sendo que estas apresentam a forma circular praticamente.

### **Referências Bibliográficas**



## Questões

1. A *cultura primeira ou prevalente* é um conhecimento que se dá a partir de sensações orgânicas, experiências sobre objetos, artefatos e fenômenos, relações diretas ou indiretas com outras pessoas ou com meios de comunicação, preceitos religiosos e tradições locais, nas Ciências Naturais este tipo de cultura:

- não causa nenhum impacto, pois não está relacionado a Ciências Naturais;
- este tipo de cultura causa impacto somente nas questões religiosas do aluno;
- causa impactos na visão de mundo, interagindo com interpretações religiosas, comportamento e hábitos da tradição isto possibilitará que o aluno perceba as diferenças estruturais nos procedimentos e conceitos.
- causa impacto na visão de mundo, mas o aluno não percebe as diferenças estruturais nos procedimentos e conceitos;
- nenhuma questão está correta

2. As esferas que caracterizam a existência humana são:

- social, política e mundial
- simbólica, social e produtiva
- produtiva, manual e adquirida
- simbólica, política e social
- nenhuma das alternativas está correta.

3. A relação do professor de Ciências no mundo do trabalho é considerada positiva, pois, além da sua formação básica, dispõe de farto material da área nos meios digitais e impressos como internet, vídeos, jornais e revistas, em relação a esta afirmação ser escolarizado no mundo de trabalho é:

- condição dispensável e suficiente ao cargo pretendido em qualquer estágio escolar;
- condição indispensável e muitas vezes insuficiente ao cargo pretendido;
- condição indispensável e não está relacionada ao cargo pretendido;
- está relacionada ao cargo pretendido, mas poderá ser abaixo do que é solicitado.
- nenhuma das questões está correta.

4. Podemos definir o sujeito coletivo como:

- a. o sujeito que vive em grupo, mas que não interage com os demais integrantes deste grupo;
  - b. o sujeito que vive individualmente que se relaciona somente com o meio em que vive;
  - c. sujeito individual, mas quando passa a interagir, a se relacionar com o meio físico e social;
  - d. sujeito que vive em grupo e se relaciona somente com o meio em que vive;
  - e. nenhuma das alternativas está correta.
5. A proposta principal dos autores do livro, Ensino de Ciências: fundamentos e métodos, é o ensino de Ciências pautado na abordagem temática, que com a conceituação científica e o conhecimento prévio do aluno comporão o currículo escolar, portanto trabalhar com a abordagem temática acarretará em quais mudanças relacionadas à formação do professor:
- a. nenhuma, pois a formação atual é adequada à proposta do currículo;
  - b. na formação inicial da graduação de professores, baseada atualmente em conhecimentos clássicos e que não privilegia a tecnologia e os conhecimentos contemporâneos.
  - c. somente na formação continuada, pois a formação inicial de professores se aprende apenas o básico;
  - d. na formação inicial que não deverá privilegiar conhecimentos de ciência e tecnologia;
  - e. nenhuma das alternativas está correta.

Alternativas corretas: 1. c  
2. b  
3. b  
4.c  
5.b

9. FRIAÇA, A. C. S. et al. (Orgs.) *Astronomia: uma visão geral do universo*. São Paulo: EDUSP, 2000.

Este livro foi elaborado a partir de textos inicialmente preparados para o curso de extensão universitária (Astronomia: uma visão geral) oferecido pelo Departamento de Astronomia do Instituto Astronômico e Geofísico da USP e direcionado especificamente a professores do ensino secundário (ensino médio), objetivando oferecer-lhes uma visão geral e correta dos conceitos fundamentais dessa área da ciência. Evitou-se, nesse livro, tanto quanto possível, a abordagem matemática.

## 1. O Nosso Universo

O primeiro capítulo leva o leitor a um rápido passeio pelo Universo. Começa pelo sistema Solar e vai até os aglomerados de galáxias e o Universo. O astro mais próximo é a Lua, com uma distância média de 384.000 Km, já o Sol está a

146 milhões de Km — a distância média entre a Terra e o Sol é chamada de Unidade Astronômica (UA). Das estrelas mais próximas, a uns 4 anos luz, está a Alfa Centauri e, nos afastando do Sol 4,3 anos luz, encontramos a nossa galáxia, denominada Via Láctea, com forma predominantemente achatada e formando um disco de 100.000 anos luz.

A nossa galáxia não está só. Há um grupo local, com trinta ou mais galáxias (algumas elípticas). O mais dramático nos núcleos ativos das galáxias são os quasares, cerca de 1000 vezes mais brilhantes que a galáxia em que se situam. As evidências apontam para a existência de um buraco negro no seu centro. Assim, após o Big Bang, os aglomerados de galáxias foram distribuídos pelo Universo, deixando vazios semelhantes aos buracos de esponja e, como as observações das microondas da radiação proveniente do Big Bang mostram, o Universo como todo tem a geometria euclidiana, ou seja, o Universo é plano, como a nossa experiência diária. Isto significa que ele tem exatamente a densidade de energia necessária para continuar se expandindo indefinidamente, ou melhor, para parar de se expandir somente após um tempo infinito. A matéria bariônica é capaz de fornecer 35% desta energia. Acredita-se que os 65% restantes sejam provenientes de alguma forma escura, já sugerida por Einstein, chamada de constante cosmológica.

## **2. As Ferramentas do Astrônomo**

Não conhecemos o Universo e as ferramentas do astrônomo resumem-se à natureza da luz, aos telescópios, às imagens e fotometria, à espectroscopia. Mergulhando em emulsões de espectros estelares e analisando linhas de emissão superpostas, o espectro contínuo esforça-se para desvendar os mistérios do Universo.

## **3. A Astronomia Clássica**

A astronomia clássica fez as primeiras medidas do céu há mais de 3000 a.C, passando pela Antiguidade pré-helênica, pelo Egito e suas pirâmides e pela Grécia antiga, onde desfilam os estudos de Thales, Pitágoras, Aristarco de Samos, Eratóstenes, Hiparco, Ptolomeu e Heraclides. A Antiguidade extingui a visão heliocêntrica do Universo de Copérnico (1543), que, em seu tratado *De Revolutionibus*, propõe um modelo simples do sistema Solar, com o Sol no centro do sistema (até então inconcebível).

Kepler, em 1609, enuncia as leis que descrevem o movimento dos planetas ao redor do Sol. Galileu, com a ajuda de sua luneta astronômica/descobre o relevo lunar, os quatro principais satélites de Júpiter, as manchas do Sol, identifica a estrela dupla Mizar e, entre outros, enuncia o princípio da inércia. A astronomia caminha a largos passos: Rômer, Newton, Bradley, Herschel, Bessel e Foucault (que em 1852, através de um pêndulo, prova o movimento de rotação a Terra). Os estudos continuam e o movimento aparente dos corpos celestes é constatado. A própria Terra tem movimentos incomuns, rotação, translação, precessão e rotação galáctica. As fases da lua e os meses e as coordenadas da esfera celeste ajudam a compreender as estações do ano com os solstícios (22 de Junho e 22 de Dezembro) e os equinócios (21 de março e 23 de

Setembro). Também podemos entender o Círculo Ártico a 66,5°N, o Trópico de Câncer a 23,5°N, o Equador a 0°, o Trópico de Capricórnio e o Círculo Antártico a 66,5°S. O homem, numa tentativa de capturar o tempo, cria os calendários a partir da definição de intervalos característicos.

Os eclipses, fenômenos que envolvem as posições relativas do Sol, da Lua e da Terra, podem ser: solar total, solar parcial, solar anular, eclipse umbral total, lunar umbral parcial, penumbra total ou penumbra parcial.

#### 4. A Mecânica Celeste

A mecânica celeste é a ciência que estuda o movimento dos corpos celestes a partir da lei da gravitação, fundada por Newton. A cinemática celeste pré-newtoniana estabelece algumas leis:

1ª lei (das órbitas elípticas): os planetas movem-se em elipses focadas no Sol;

2ª lei (das áreas): os planetas movem-se com velocidade areolar heliocêntrica constante (momento angular);

3ª lei (harmônica): a relação entre os cubos dos eixos maiores das elipses e os quadrados dos períodos dos movimentos planetários é igual para todos os planetas.

Tem-se, ainda, a lei da gravitação universal (1687), onde a matéria atrai matéria na razão direta das massas e inversa do quadrado das distâncias:

$$f = \frac{G \cdot M_1 \cdot M_2}{r^2}$$

A mecânica celeste, depois de Einstein, começou com a teoria da relatividade geral e a mecânica do sistema Solar — composta pelo Sol, planetas, luas, asteróides, cometas, meteoróides, que passaram a ser medidos com precisão, corrigindo-se desvios de cálculos anteriores. A mecânica celeste não está limitada ao nosso sistema Solar e ajuda o estudo do movimento relativo de duas estrelas. Podemos saber qual a relação entre as duas massas através da equação  $M_2 = \frac{U}{r^2}$  e, quando o número de estrelas é grande, técnicas específicas de mecânica estatística clássica entram em ação ( $M_2 = r^2$ ).

Hoje, já sabemos que todos os movimentos celestes são caóticos em algum grau. Portanto, uma das características do caos é a imprevisibilidade de um evento, nesta teoria.

#### 5. O Sol

O Sol é uma estrela da sequência principal, do tipo espectral G2, e a distância dele para a Terra é de uma UA = 149.597.870 ± 2Km Massa do Sol:  $1M_{\odot} = 1,9891 \pm 70,0012 \times 10^30$  ton

O diâmetro angular do disco do Sol, na luz branca, é de 32,0' ± 0,1", quando medido da Terra, a 1UA do Sol.

Luminosidade é sinônimo de potência  $L_{\odot} = 3,845 \pm 0,006 \times 10^{26}$  KW. Constante Solar:  $1,367 \pm 0,002$  Wm<sup>2</sup> que, a rigor, não é uma constante. Temperatura: 577 ± 2,5K na superfície do Sol, na luz branca. Rotação: 24,7 dias (período sideral).

A estrutura interna do Sol vem sendo investigada, principalmente através da teoria da evolução e estrutura estelar.

Com as reações nucleares na região central, abrangendo 3/10R?, ocorrem as reações de fusão.

A camada radioativa é o fenômeno que faz a temperatura decrescer de dentro para fora. A difusão de fótons para fora é maior do que para dentro, dando lugar a um fluxo radioativo líquido para fora, enquanto a matéria mesma permanece estática.

Envelope conectivo, o problema dos neutrinos Solares, é o nome dado à contradição teórica e às medidas efetuadas que constataram que o fluxo é de apenas

1/3 do esperado (ainda em questão, não resolvido).

Um novo ramo da astrofísica, Hélio Sismologia, estuda as oscilações da superfície Solar.

A atmosfera do Sol é composta de fotosfera (esfera de luz), granulações solares, obscurecimento do limbo, linhas de Fraunhofer e cromosfera-coroa. Logo acima da cromosfera, existe uma camada com apenas dezenas de milhares de quilômetros de espessura, onde a temperatura rapidamente sobe de 25.000K para 2 milhões K. A esta região dá-se o nome de transição cromosfera-coroa. Seu diagnóstico é feito através de ondas de rádio e de linhas emitidas no ultravioleta. A coroa Solar é a parte mais externa da atmosfera Solar, composta de coroa K, E e F.

Os principais constituintes do vento Solar são os elétrons e prótons, as partículas alfa, e sua característica marcante é a sua inhomogeneidade espacial e variabilidade temporal.

Entre as manchas e as erupções Solares está o campo magnético. A teoria que pode explicar o comportamento cíclico do campo magnético do Sol é a teoria do dínamo.

## 6. O Sistema Solar

O sistema Solar é constituído de Sol, planetas, satélites, asteróides, meteoróides, cometas e poeira zodiacal. Um planeta possui propriedades físicas relevantes — massa (M), raio equatorial (R), densidade média ( $\bar{R}\rho$ ), abertura visual (A), período sideral de rotação (Ps) e fator do momento de inércia (K). A estrutura interna de um planeta passa pela compreensão da densidade média, do momento de inércia, do equilíbrio hidrostático, da superfície, da atividade geológica, da erosão e das crateras.

O estudo da atmosfera de um planeta conduz à compreensão de: retenção e perda (gases); composição química; atmosfera primitiva e secundária (é uma distinção entre a atmosfera adquirida diretamente da nebulosa Solar primitiva e as alterações químicas ao longo do tempo); estrutura da atmosfera; efeito estufa; circulação da atmosfera; e magnetosferas planetárias, que aprisionam cargas elétricas e partículas de alta energia, cujo funcionamento pode ser explicado pela teoria do dínamo.

A importância dos asteróides está no estudo da formação do sistema Solar. Os cometas — se for correta a hipótese de que os cometas se formaram juntamente com os demais corpos do sistema Solar — constituem as relíquias mais preciosas, que mantêm intactas as informações sobre as condições

físicas e químicas da formação do sistema Solar e que podem elucidar também algumas questões sobre a origem da vida.

Os meteoritos são restos de cometas ou fragmentos de asteróides, classificados em rochosos, ferrosos e rochosos-ferrosos. Cabe observar que os rochosos, por sua vez, se subdividem em acondritos e condritos.

Os meteoros são efêmeros traços luminosos, produzidos pelo atrito de fragmentos cósmicos que penetram a atmosfera terrestre.

A poeira zodiacal é uma nuvem (que mede de 1 a 10 micra) de grãos acumulados no plano da eclíptica e que se manifesta através da reflexão da luz Solar, dando origem à luz zodiacal.

A formação do sistema Solar passa pela teoria cosmogônica celeste e sua formação. A proposta que vem se firmando cada vez mais é a da nebulosa Solar primitiva (NSP), primeiramente proposta por Laplace, em 1796, onde os planetas seriam subprodutos da formação do Sol e todo o sistema Solar teria se formado da matéria interestelar.

### **13. Cosmologia**

A evolução do conceito de universo iniciou-se, na Antiguidade, por mitos, passando por Copérnico, no século XVI, por Galileu, por Kant e pelos modelos dentro dos parâmetros físicos relativísticos: o universo de Einstein, o universo de De Sitter, o universo de Friedmann, os universos de Friedman-Lemaître; o conceito de Big Bang e a proposta para explicar as características físicas das galáxias, cujas origens devem estar nos processos físicos que ocorreram no primeiro segundo após o Big Bang; o modelo inflacionário.

A teoria do Big Bang está baseada nos grandes esforços teóricos e experimentais, feitos pelos físicos, com o objetivo de obter uma expressão unificada para as quatro forças que existem na natureza: a força gravitacional, a força eletromagnética, a força nuclear forte e a força nuclear fraca.

O estudo da estrutura em larga escala e da evolução do universo é uma matéria interdisciplinar que junta esforços à física das partículas elementares, às teorias de campos unificados de forças, à astrofísica feita com grandes telescópios, às modernas técnicas de imageamento e à modelagem numérica feita nos melhores computadores existentes.

Síntese elaborada por João Paulo da Silva

**10. GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. Física. 5 ed. São Paulo: EDUSP, 2001/2005. v. 1, 2 e 3.**

### **Física 1: Mecânica.**

Trata-se de um livro para professores de física, substancialmente escrito a partir de experiências nas condições regulares da rede Pública do Estado de São Paulo. A meta do livro é tornar significativo o aprendizado científico a todos os alunos, tanto para sua cultura quanto para a possível carreira universitária.

O presente estudo deu-se a partir de assuntos e conceitos conhecidos, como o toca-discos, uma coisa mecânica, e a ignição do automóvel, uma coisa elétrica. A mecânica teve sua ordem alterada e a cinemática tornou-se último assunto a ser estudado, por ser a Dinâmica mais próxima dos alunos.

- **Mecânica: Abertura e Plano de Curso**

Trata-se de um levantamento e classificação de coisas que os alunos relacionam ao tema Mecânica. É apresentada uma tabela geral de coisas mecânicas, de translação, rotação, equilíbrio, ampliação de forças e outras variedades mecânicas. Associados a cada elemento, estão os conceitos formais, como o do jogo de bilhar: conservação da quantidade de movimento linear no sistema.

## **PARTE 1**

### **Movimento: Conservação e Variação**

A primeira ponte entre o conhecimento informal do aluno e o conceito físico é levantada ao observar-se, junto com o aluno, uma estrutura que se repete em cada um dos itens: o choque entre dois objetos dá indícios de que ocorre uma troca ou intercâmbio de algo associado ao movimento, uma grandeza; o choque das bolinhas de gude; o choque das bolas de bilhar; o ponta pé na bola de futebol, caracterizando a quantidade do movimento linear ( $Q$ ) interpretada como a variação por unidade de tempo, da quantidade de movimento de um objeto do sistema. Porém outros eventos dão indícios de que o início de um movimento está sempre acoplado ao de outro. Nadar ou remar é empurrar a água para trás. Ainda resta analisar os foguetes que empurram o gás para trás ou os canhões que, atirando balas para frente, são empurrados para trás. Podemos concluir esta análise preliminar dizendo que, nas situações em que o início do movimento de um objeto depende da interação com o outro já em movimento, há intercâmbio de algo entre eles. Nos casos em que um movimento surge acoplado a outro, quando ambos os objetos estavam inicialmente parados, este algo aparece simultaneamente nos dois objetos, que passam a se movimentar em sentidos opostos, como se o aparecimento de um movimento buscasse compensar o outro. O presente algo é a QUANTIDADE DE MOVIMENTO que procura se conservar e que não varia. O caráter vetorial e a expressão matemática da quantidade de movimento e de sua conservação são analisados a partir da reflexão da bola de gude e do carro, em diferentes

situações. Se associarmos aos corpos uma quantidade de movimento, podemos afirmar com certeza que, para uma certa velocidade, a quantidade de movimento é maior para massas maiores. Em um jogo de bolinhas de gude, ao atirmos com uma bola de aço, após a colisão com a bola de vidro, ambas avançarão no mesmo sentido, embora com velocidades diferentes. A colisão de um ônibus com um muro, no qual com certeza o muro seria destruído e o ônibus continuaria em seu movimento de avanço alguns instantes após a colisão, também se vê a influência da massa, mas não é só isto: surge, acoplado ao movimento, o conceito de direção e sentido e o mesmo ocorre com todos os fenômenos anteriores.

Com isso, acabamos de caracterizar a grandeza vetorial e podemos expressar matematicamente a quantidade de movimento por  $Q = m.v$ . Caso tenhamos  $n$  massas no sistema isolado, soma-se umas às outras.  $M_1.v_1 + m_2.v_2 + \dots + m_n.v_n = Q$  sistema = constante A unidade de medida dessa grandeza no sistema internacional é Kg.m/s. Agora, passemos a estudar os casos apresentados um a um, como seguem: 1.1 e 1.2. São exemplos de uma nave com foguete e recuo de uma carabina (arma) que permitem a análise qualitativa da manobra de um foguete e do recuo da arma. Brincando com carrinhos (como Match Box) e bolinhas de gude, analisa-se a quantidade de movimentos lineares na atividade, podendo-se observar o caráter vetorial e a expressão matemática da quantidade de movimento e de sua conservação.

1.3. O choque entre dois patinadores permite o cálculo da velocidade final entre eles.

1.4. Este mesmo exemplo resolve, graficamente, o problema que envolve uma explosão, através do princípio da conservação da quantidade de movimento.

1.5. Mostra o caminhar de uma pessoa sobre o planeta Terra, apresentando o cálculo da velocidade de recuo da Terra.

1.6 e 1.7. A cobrança de pênalti e o avião a jato: são exemplos que permitem, no primeiro, calcular a força que o pé de um jogador faz em uma bola e quantidade

de movimento adquirida pela bola com o chute e, no segundo, a força aplicada no avião pela ejeção do gás, assim como a variação da velocidade adquirida.

1.8 e 1.9. Um ponta-pé em uma caixa elástica (caixa de sapato) primeiro vazia, depois com um tijolo, e um cavalo atrelado a uma carroça, que a puxa com uma força  $F$ , são exemplos que utilizam as leis de Newton para uma análise qualitativa dos fenômenos representados.

1.10. Um salto duplo, dado por um mergulhador olímpico, permite uma análise qualitativa, justificando a necessidade de encolher braços e pernas para aumentar a sua velocidade de rotação, movimento este que vem da interação de seus pés com a prancha.

1.3. Investigando-se Invariantes nas Rotações com o mesmo princípio das listas de fenômenos conhecidos, só que de rotação circular, investiga-se os seus conceitos físicos quantitativos e qualitativos.

1.11. O prato de um toca-discos caracteriza o vetor velocidade angular no movimento do prato (circular), em função de uma frequência de rotação no tempo.

1.12. Um ciclista sobre uma bicicleta permite constatar o vetor angular ( $L$ ) no movimento da roda.



1.13. Este exemplo é muito interessante: uma máquina de lavar roupa com três funções (lavar, enxaguar e centrifugar). Analisando o fenómeno, ele parece violar a conservação do movimento angular ( $W$ ), porque toda máquina deveria girar com velocidade angular de sentido contrário. Isto não ocorre porque as partes da máquina estão acopladas umas às outras e a máquina está presa ao chão por pés em forma de ventosa, que a fixa.

1.37. Variação da quantidade de movimento angular: o torque. Para acelerar ou frear o movimento de translação de um corpo, variando assim a sua quantidade de movimento linear, é necessária aplicação de uma força sobre ele. Algo equivalente pode ser dito sobre as rotações, só que não é bem a força que produz a variação na quantidade de movimento angular, mas sim a força do torque exercida perpendicularmente ao eixo de giro do corpo.

**1.14. Ao abrir uma porta, ela gira entorno de seu eixo, apresentando a velocidade angular ( $W$ ) decorrente do efeito de um torque ( $T$ ).**

**1.15. Um ciclista sobre uma bicicleta, em alta velocidade, quando solta as mãos do guidão, não cai imediatamente. Tem-se, aqui, a oportunidade de se discutir a estabilidade de uma bicicleta em movimento. O ciclista não cai porque as rodas da bicicleta têm um alto valor para o momento angular ( $L$ ) que se conserva e é perpendicular ao plano da roda da bicicleta. Além disso, o torque também conserva a direção e sentido, fazendo necessária uma força torque externa para derrubar o ciclista.**

1.4. A energia e sua lei de conservação. Esta lei física envolve transformações e transferência de energia de várias naturezas para os sistemas mecânicos de movimento. Esta energia de movimento é chamada energia cinética. A energia acumulada no combustível dos carros, a energia elétrica nos aparelhos elétricos, o vapor d'água das usinas de carvão e nuclear, a energia potencial, gravitacional, utilizada nas hidroelétricas, todas são transformadas em energia cinética, objeto de estudo deste capítulo.

1.16. A barragem de uma hidroelétrica com um gerador e a linha de transmissão ligada a alguns aparelhos domésticos (ventilador, lâmpada acesa) permitem identificar as transformações de energia: 1) energia potencial gravitacional do sistema, água-terra; 2) energia elétrica, transformada a partir da energia cinética de rotação na turbina; 3) na fiação elétrica ocorre uma transformação de energia elétrica em térmica e radiante; 4) o ventilador transforma energia elétrica em cinética de rotação; 5) a lâmpada transforma a energia elétrica em luminosa e térmica. **1.16, 1.17 e 1.18. Analisam situações onde ocorrem transformações de energia.**

1.17. Descreve um escriturário que desenvolve muitas atividades no seu dia-a-dia.

1.18. Um carrossel com um peso ligado ao seu eixo por um fio ideal e um trenó com um peso ligado a ele por uma roldana e um fio ideal. Em ambos os exemplos, demonstra-se a transformação da energia gravitacional, exercida pela força peso, em energia cinética de movimento, respectivamente, rotação e translação.

1.19. Um carro sem combustível, sendo empurrado por um motorista primeiro por trás, depois pela lateral junto à porta, em um ângulo de  $60^\circ$ , permite a comparação da transferência de energia, que é maior por trás do que pela lateral:  
 $T = F \cdot \cos^0 \cdot D$ .

1.20. Trata-se de um pistão de automóvel com certo diâmetro, que efetua um determinado curso sobre uma pressão efetiva, permitindo o cálculo do trabalho e da potência desse pistão. 1.21, 1.22 e 1.23. Utilizam o princípio da conservação da energia para avaliar a

força aplicada por um bate-estaca, a velocidade de saída da flecha de um arco e a velocidade de uma bala.

**1.24.** Apresenta o problema de dois cilindros de mesmo raio e mesma massa que, ao serem abandonados da mesma posição e no mesmo instante, de um plano inclinado, não atingem a base do plano simultaneamente. A conclusão é simples: o fato deles girarem em torno de seus próprios eixos, e por não serem idênticos, sugere que as suas massas estejam distribuídas de formas diferentes, provocando momentos de inércia diferentes. Já a quantização é mais importante.

- **PARTE 2**
- **Condições de Equilíbrio**

Nas várias situações estudadas anteriormente, forças e torques foram identificadas como responsáveis pela variação da quantidade de movimento, respectivamente, de translação e de rotação. Podemos concluir que, para um corpo permanecer em repouso, isto é, para que não translate e não gire, além de a força resultante ser nula, o torque resultante também tem que ser nulo. Cabe observar duas situações: o corpo, ao conservar a velocidade de translação e rotação, está em equilíbrio dinâmico (avião, carrossel), enquanto que, ao permanecer em repouso, encontra-se em equilíbrio estático (ponte, armário).

**2.1.** Apresenta-se, aqui, o caso de uma luminária com certa massa, presa por suspensão a uma haste engatada a uma parede, que possui uma corrente também engatada à parede e que forma um ângulo de  $45^\circ$  com a haste. Este exemplo permite-nos analisar e quantificar a força que a corrente e a haste suportam, já que há equilíbrio.

**2.2.** O exemplo de uma ponte com um caminhão, uma prateleira presa por duas mãos francesas, carregadas de livros e a balança de um pescador, construída com mola (igualmente ao exemplo 2.1), permitem o estudo do equilíbrio em um sistema.

**2.3.** Campo gravitacional é uma região de influência sobre um outro corpo, que depende de sua massa e de seu raio.

**2.4.** Massa Inercial (dada pela 2ª lei de Newton,  $m=F/a$ ). A massa gravitacional e massa inercial, que são equivalentes, observam-se sobre a balança de dois pratos do peixeiro.

**2.5.** A medida do campo gravitacional é dada pela relação  $g = Fg/m$ .

**2.6.** A expressão universal do campo gravitacional é  $g = G.M/r^2$ ;  $G = \text{cte}$ . Um problema que peça a massa gravitacional e o peso de um astronauta, num local onde o campo gravitacional seja nulo, só pode nos levar à conclusão de que a força peso de qualquer objeto, em tal condição, é nula.

- **PARTE 3**
- **Ferramentas e Mecanismos**

Nesta parte, estudaremos, com os exemplos, ferramentas e instrumentos cuja função seja ampliar a força que aplicamos e, desta maneira, facilitar a realização de determinadas tarefas. A chave de boca, o pé de cabra, o saca-rolhas, as torneiras, o alicate, o grifo, todos fornecem ao homem uma vantagem mecânica (VM) em relação à força aplicada e ao trabalho realizado (pelo torque). T-F no ponto A.r.

Os exercícios 3.1 e 3.2 permitem a quantização da força que uma chave de boca e um pé de cabra transmitem à porca e ao prego, quando engastadas em um ponto como  $T = F \cdot b$ .

## **PARTE 4**

### **Descrição Matemática dos Momentos**

4.1. Enfim, a cinemática: a análise, daqui para diante, será sobre a descrição do movimento e não de suas causas, importando a sua descrição matemática e elevando-se o grau de abstração. Considerando-se o mapa de uma cidade, pode-se estudar a posição, o deslocamento e calcular a velocidade média de uma pessoa deslocando-se de um ponto a outro.

Os exemplos 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5 utilizam as equações horárias da velocidade e da posição em diversas situações.

4.2. O choque frontal entre dois patinadores de massas diferentes.

4.3. A ultrapassagem de um caminhão por um carro.

4.4. Um trem que se desloca entre duas estações por uma rodovia plana e retilínea. Para quantificá-lo, como é exigido pela Cinemática, basta inserir alguns dados como tempo, aceleração, velocidade inicial, espaço.

4.5. Aqui, temos um estudo do movimento de queda livre, propondo-se um astronauta lançando na lua, um objeto verticalmente inicial, e determinando-se o tempo de subida do objeto até a alcançar a altura máxima. Cuidado professor, daqui podem sair questões interessantes, como: Qual o módulo da aceleração gravitacional na superfície da Lua? Para a resposta, basta considerar  $V=0$  e a aceleração da Lua negativa,  $V=V_0 - g \cdot t$ .

- **APÊNDICE**
- **1 Força de Atrito**

Ao movimentarmos um bloco que está apoiado sobre uma superfície, sentimos certa resistência. Geralmente, essa resistência diminui assim que o movimento se inicia, a) Calculando a força de atrito:  $f_e = u_e \cdot N$ ;  $f_d = u_d \cdot N$ , onde temos: Peso (P), Normal (N), Força de atrito estático ( $f_e$ ), coeficiente de proporcionalidade ou coeficiente de atrito estático ( $u_e$ ) e força de atrito dinâmico ( $f_d$ ).

## **APÊNDICE 2**

### **A Influência da Resistência do Ar em Alguns Movimentos**

Tal influência pode ser observada em saltos como os de pára-quedas, cuja função é diminuir a velocidade do pára-quedista. Já em gotas de chuva, não ocorre o mesmo: a força de resistência do ar é proporcional à sua velocidade.

### APÊNDICE 3

#### Momentos de Inércia de Alguns Objetos Homogêneos

Devemos notar que o momento de inércia ( $I$ ) tem um valor diferente para cada eixo de rotação. Para o paralelepípedo, vale  $I_x = 1/12.m.(a^2+b^2)$ ;  $I_x' = 1/3 m. (1/4 a^2+b^2)$ ;  $I_y = 1/12.m.(b^2+c^2)$ . O mesmo não vale para o cilindro, para a esfera, disco ou a haste delgada.

### APÊNDICE 4

#### Empuxo

A intensidade do empuxo é igual ao peso do volume do fluido deslocado. Isto permite compreender por que os icebergs e os navios flutuam.

- **APÊNDICE 5**
- **O Módulo da Aceleração Centrípeta**

A aceleração centrípeta tem intensidade  $a_c = V^2/r$ , sendo dirigida para o centro da

#### **Física 2: Física Térmica e Óptica.**

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA (GREF). Física 2: Física Térmica e Óptica. 7ª ed. São Paulo: Edusp, 1996.

#### **Apresentação geral da proposta**

O trabalho é apresentado na forma de texto para professores de Física.

As metas: tornar significativo o aprendizado científico, dar condições de acesso a

uma compreensão conceitual e formal, procurando partir, sempre que possível, de elementos vivenciais e mesmo cotidianos.

A Física é frequentemente confundida com o aparato matemático formal. Para evitar esta distorção pedagógica, cada assunto da Física é desenvolvido por uma temática e linguagem comuns ao professor e a seu aluno.

O autor, com a construção deste saber em comum, abre cada tópico levantando

coisas que aluno e professor associem, respectivamente, com física térmica ou óptica. Essa construção prossegue com uma classificação das coisas presentes

no levantamento, onde começa a mostrar para o aluno a estrutura conceitual do curso.

Dentro de cada assunto, podem ocorrer mudanças de ordenação e conteúdos. A natureza da luz, por exemplo, o primeiro tema de Óptica e Física Moderna, motores e refrigeradores, partes importante da Física Térmica. Tanto atividades práticas e problemas propostos baseiam-se em situações e elementos do cotidiano.

#### **FÍSICA TÉRMICA - Abertura e plano de curso**

A proposta é começar com a pergunta lançada pelo professor: Quais são as coisas e fenômenos relacionados ao aquecimento e resfriamento?

A partir dessa pergunta, podemos fazer um levantamento dessas coisas e fenômenos que os alunos relacionam ao aquecimento e resfriamento. Exemplo; geladeiras, fogão, ventilador, fervura/ ebulição, freezer, chuveiro elétrico, calor, isopor, temperatura, carvão, lâmpada, água.

A partir deste levantamento, e retomando a ideia de que as substâncias e suas propriedades são compreendidas em função dos processos de que participam e de sua relevância para o funcionamento das máquinas, é possível fazermos uma classificação desses elementos, ou seja:

- a) substâncias e materiais;
- b) processos, fenômenos e conceitos;
- c) máquinas, aparelhos e sistemas naturais.

Com esta classificação, propomos o desenvolvimento do conteúdo (plano de curso) com dois tópicos básicos, a saber.

### **PARTE 1**

Substâncias, propriedades e processos térmicos

Aqui, são discutidos os processos térmicos que envolvem a produção de calor, suas trocas e os efeitos causados por essas trocas.

No estudo dos processos de produção de calor, é discutida a utilização de substâncias, enquanto combustíveis, e a identificação dos sistemas que se comportam como fontes de calor. Nas trocas de calor, são analisadas as utilizações de materiais - condutores, isolantes e irradiadores de calor - e as correntes de convecção e seus efeitos, como: variação de temperatura, dilatação dos sólidos, líquidos e gases e a mudança de estado da matéria. O estudo de processo térmico é qualitativo, sistematizando observações e identificando propriedades dos diversos materiais.

Em seguida, apresenta-se um modelo de estrutura da matéria que permite explicar, sob o ponto de vista microscópico, as propriedades e processos estudados anteriormente e as expressões matemáticas que relacionam as grandezas discutidas.

### **PARTE 2 Máquinas térmicas e processos naturais**

Nesta parte, o autor começa investigando algumas máquinas térmicas, como motores de automóveis, turbina a vapor, refrigeradores, e identifica os processos físicos essenciais para seu funcionamento. A partir dessa investigação, passa a formalizar os princípios fundamentais da termodinâmica. O rendimento das máquinas térmicas é utilizado para a introdução do conceito do ciclo ideal: o ciclo de Carnot.

Também é mencionado o uso generalizado de máquinas térmicas, que tem chamado a atenção para o fato de elevar gradativamente a temperatura do meio ambiente, que já apresenta indícios da interferência nos ciclos naturais. Em processos térmicos naturais, a discussão começa com a energia proveniente do Sol, que atinge a Terra, e a energia irradiada pela Terra, provocando trocas de calor e sendo interpretadas qualitativamente, através da Física Térmica já discutida.

Alguns ciclos naturais: ciclo do ar, ciclo da água, orvalho, nevoeiro, geada, neve, granizo, inversão térmica, vulcão e gêiser.

### **APÊNDICE**

Aqui, temos uma sequência de textos, pertinente ao conteúdo, que poderá vir a auxiliar o professor em seu trabalho, dentro da sala de aula.

**1. Construção e graduação de termómetros** - apresenta de que maneira baseia-se a construção de um termómetro, tomando como exemplo a escala Celsius.

**2. Motor a combustão** • apresenta o funcionamento de motores a combustão interna, que diferem quanto ao ciclo de funcionamento (4 tempos ou 2 tempos) e quanto ao combustível que utilizam (diesel, gasolina ou álcool).

**3. Geladeira/ refrigerador doméstico** • trata do funcionamento da geladeira em ciclos e a função de cada componente dela.

**4. Refrigerador a fogo** - explica o funcionamento de um refrigerador a fogo e faz uma comparação com o refrigerador elétrico.

## **ÓPTICA**

A apresentação do conteúdo da Óptica, bem como a estrutura do curso, é efetuada através de um levantamento e da classificação das coisas que estão associ-

adas à luz, à visão e às cores, conforme exemplificado abaixo:

a) Produtores ou fontes - transformam outras formas de energia em energia luminosa;

b) Refletores - devolvem a luz;

c) Refratores - deixam passar a luz;

d) Absorvedores - transformam a energia luminosa em outras formas de energia.

A partir dessa classificação, é proposto o plano de curso com dois tópicos básicos, a saber.

### **PARTE 1 Processos luminosos: interação luz-matéria**

A interação luz-matéria, que resulta na produção, reflexão, refração, absorção, difração, interferência e polarização da luz, será objeto de estudo. A investigação dos processos luminosos será iniciada a partir da iluminação dos objetos a serem fotografados, da transmissão da luz de uma cena até um filme, do registro de uma cena num filme fotográfico e da nitidez numa fotografia. Este estudo, que envolve o caminho da luz na máquina fotográfica, será efetuado de forma qualitativa, sistematizando observações macroscópicas. Em seguida, será apresentado um modelo de matéria e de luz baseado na Física Quântica, que permite interpretar os processos estudados anteriormente de um ponto de vista macroscópico, destacando-se o aspecto dual da luz (onda - partícula).

Finalizando, o espectro da luz visível será situado dentro do espectro das demais radiações.

### **PARTE 2**

#### **Sistemas ópticos que possibilitam a visão das coisas**

Nesta etapa, é feita uma investigação de vários sistemas ópticos, partindo-se do

olho humano e, posteriormente, analisando-se alguns instrumentos, tais como: microscópio, projetor de slides, retroprojetor, luneta, binóculo.

O estudo da formação da imagem no olho e a correção dos defeitos da visão permite interpretar os instrumentos ópticos como construções que possibilitam o

aprimoramento na visualização dos objetos.

As imagens obtidas com a correção dos defeitos da visão, com a ampliação e a

aproximação de objetos, permitem introduzir a Óptica Geométrica, ou seja, o estudo da construção de imagens a partir dos raios de luz.

#### **APÊNDICE 1 - O uso de filtros na fotografia**

Em fotografia, os filtros de cores ajudam a manter o contraste natural da cena ou dos objetos. Esse texto indica o filtro e o efeito que ele produz na fotografia com filmes em preto e branco.

#### **APÊNDICE 2 - Fonte a laser**

A fonte a laser é, basicamente, constituída por uma fonte de energia (bombeadora, em geral uma lâmpada de descarga) que excita átomos ou moléculas (meio) no interior de uma cavidade ressoadora. Esse texto representa esquematicamente os processos que ocorrem em cada parte.

#### **APÊNDICE 3 - O olho humano**

Descreve detalhadamente o funcionamento e a constituição do olho humano.

#### **APÊNDICE 4 - Dedução da equação dos fabricantes de lentes**

Aplicação da lei de Snell-Descartes nas superfícies curvas de uma lente delgada. Podemos, através de operações trigonométricas, obter a equação das lentes.

#### **APÊNDICE 5 - O átomo de hidrogênio: modelo de Bohr**

Um breve histórico de como o físico dinamarquês Niels Bohr incorporou concepções quânticas ao modelo de Rutherford.

### **Física 3 - Eletromagnetismo.**

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA (GREF). Física 3 - Eletromagnetismo. São Paulo: Edusp, 1996.

#### **Apresentação**

Este livro apresenta uma nova proposta para o ensino da Física, que visa tornar significativo seu aprendizado, mesmo para aqueles cujo futuro profissional não dependa diretamente desta ciência.

A Física, instrumento para a compreensão do mundo em que vivemos, tem se

aprendizado comprometido, pois os alunos são expostos ao aparato matemático-formal antes de terem compreendido os conceitos. A proposta é começar cada assunto da Física através de uma linguagem comum ao professor e seu aluno, que está contido no universo de ambos. O professor deve começar fazendo um levantamento de coisas que o aluno associe à mecânica, à física-térmica, à óptica ou ao eletromagnetismo. Como o aluno participa desta classificação, o professor pode ter ideia do conhecimento e interesse de cada turma.

Esta primeira etapa é, portanto, um reconhecimento necessário que sustentará o processo de ensino-aprendizagem.

#### **Eletromagnetismo - abertura e plano de curso**

A proposta do GREF para o conteúdo de eletromagnetismo e da estrutura do curso inicia-se com o convite para que o aluno responda a pergunta: "Que aparelhos e componentes elétricos e eletrônicos vocês utilizam e conhecem?". Em seguida, inicia-se o levantamento para a construção de várias tabelas com os aparelhos e componentes elétricos e eletrônicos que fazem parte do cotidiano dos alunos.

Começa-se então a organização das tabelas. Os aparelhos cuja função principal é transformar energia elétrica em térmica fazem parte do grupo dos resistivos. Outros aparelhos elétricos produzem movimento, ou seja, transformam a maior parte da energia elétrica em mecânica. Esses são os do grupo dos motores elétricos.

Para entrarem em funcionamento, os aparelhos elétricos precisam estar ligados a um circuito que contenha pilha, gerador, bateria etc. Estes formarão o grupo das fontes de energia elétrica.

Um quarto grupo é formado pelos aparelhos que possibilitam a comunicação entre pessoas e o armazenamento de informações, configurando o grupo dos elementos de sistema de comunicação.

Outro grupo é formado pelos díodos e transistores, chamado de grupo dos materiais semicondutores.

Por fim, temos o grupo dos componentes elétricos e eletrônicos', por exemplo: bobina, válvula, fio de cobre, relógio de luz etc.

O conteúdo do eletromagnetismo será desenvolvido na medida em que forem abordados os seis grupos; esse processo deve ser conduzido de modo que permita o surgimento de questões que motivem o aprendizado.

### **Parte 1: Fusíveis, lâmpadas, chuveiros e fios de ligação - aparelhos resistivos**

A estratégia, agora, é dar continuidade à investigação dos aparelhos elétricos, buscando conhecer as condições de funcionamento. Isso é conseguido através de informações fornecidas pelos fabricantes e/ou impressas nos próprios aparelhos. Desta forma, são identificadas diferentes grandezas físicas, com seus símbolos e unidades, através de objetos concretos e vivenciais no cotidiano dos alunos, propiciando questões tais como: "Qual a diferença entre um chuveiro que funciona em 220 V e outro que funciona em 110 V?". Mesmo que algumas indagações não sejam respondidas num primeiro momento, são importantes porque permitem a ampliação do universo de estudo.

### **Parte 2: Motores elétricos e instrumentos de medida com ponteiro**

Ao estabelecer os critérios para a classificação dos elementos, levantados na abertura deste livro, formamos um grupo de aparelhos elétricos que produzem movimento. Fazem parte desse grupo os liquidificadores, enceradeiras, batedeiras etc., sendo denominados motores elétricos.

Entretanto, outros aparelhos, tais como as campainhas e os medidores com ponteiros, que podem ser encontrados nos aparelhos de som e aparelhos cirúrgicos, também produzem movimento, vibração e rotação.

Através do estudo destes aparelhos, discutiremos um outro efeito da corrente elétrica: o efeito magnético através do qual a energia elétrica é convertida em energia mecânica. Isto levantará o estudo da Lei de Ampere e da Lei de Gauss.

### **Parte 3**

Nesta parte, estudaremos os aparelhos classificados como fontes de energia elétrica no levantamento inicial. Discutiremos os processos pelos quais outras formas de energia podem ser transformadas em energia elétrica. Os aparelhos capazes de efetuar tal transformação são geradores de campo elétrico. Quando ligamos um aparelho eletrodoméstico na tomada, o fazemos quase sem pensar. Entretanto, o ato de ligar um aparelho à tomada significa torná-lo parte de um circuito muito maior, que pode ter centenas de quilômetros de extensão, pois a energia elétrica utilizada em nossas casas provém de usinas geradoras quase sempre distantes dos centros consumidores.



#### **Parte 4: Rádio, TV, gravador e toca-discos - elementos de sistema de comunicação e informação**

Iniciaremos esta parte entendendo como funciona o microfone e o alto-falante, que são extremos do sistema de comunicação sonora. Estudaremos o mecanismo que envolve a transmissão de uma informação sonora do microfone até o alto-falante, completando o estudo desse sistema de comunicação. Finalizando, estudaremos a formação da imagem nas câmeras de TV e vídeo, os processos de armazenamento e recuperação de informação, a fita magnética e o disco.

O mecanismo que envolve a transmissão de informações que cobrem grandes (ou pequenas) distâncias parece algo extraordinário ou mágico. Porém, a Física pode nos ajudar a compreender um pouco mais esse mecanismo.

#### **Parte 5: Diodo e transistor - materiais semicondutores**

Cada vez mais, boa parte dos componentes dos aparelhos, equipamentos e instrumentos elétricos estão sendo reconcebidos e substituídos devido ao estudo de novos materiais. A utilização desses novos materiais propicia a construção de aparelhos e/ou instrumentos como, por exemplo, a calculadora, o relógio digital, computadores, TV portátil, vídeos, entre outros.

A comparação entre o aparelho de rádio e a TV antigos com outros mais modernos aponta algumas diferenças como: o antigo é maior e muito mais pesado do que um semelhante mais moderno. Sem o uso dos novos materiais, isso seria impossível. Além disso, a fonte de energia para os aparelhos antigos era, necessariamente, a tomada. Hoje, podemos também usar a pilha. O uso dos semicondutores nos circuitos elétricos, além de torná-los muito menores, propiciou grande avanço na construção de novos aparelhos.

#### **Parte 6: Componentes elétricos e eletrônicos**

Durante o desenvolvimento das cinco partes precedentes, pudemos discutir, através da interpretação de um conjunto de leis, o funcionamento dos aparelhos elétricos, as situações e os fenômenos que tais aparelhos propiciam. Assim, a ideia de que carga elétrica cria campo elétrico é o conteúdo físico da Lei de Gauss. A corrente elétrica que cria um campo magnético corresponde à Lei de Ampere. A inexistência de monopólos magnéticos corresponde à Lei de Gauss Magnética. E a criação do campo elétrico pela variação do campo magnético corresponde à Lei de Faraday.

O contato direto dos alunos com esses aparelhos permite que o conteúdo do Eletromagnetismo seja desenvolvido num contexto que possibilite o surgimento de questões vindas da observação, do manuseio e da expectativa de saber como funcionam.

Neste momento, levantaremos a fenomenologia de outros aparelhos e de componentes eletro-eletrônicos, tais como: Galvanômetros, Disjuntores, Motores de Indução, Relógio de Luz, Transformadores, Microfones, Capacitores, Válvulas Termoiônicas e o Sistema de Ignição do Automóvel.

Como diz Paulinho da Viola, é preciso lembrar que "a vida não é só isso que se vê, é um pouco mais que os olhos não conseguem perceber".

Síntese elaborada por Denize Queiroz Jorge Lopes

## PARTE 1 – EVOLUÇÃO: O ANTES E O AGORA

### INTRODUÇÃO

Pode parecer estranho iniciar um livro sobre ecologia humana com uma discussão sobre evolução. Entretanto, para adquirir algum conhecimento sobre as formas nas quais as diferentes populações humanas se adaptaram aos seus diversos ambientes, é importante entender como ocorrem as adaptações. Mas também precisamos entender como populações humanas tão diferentes como os inuits do polo norte e os tuareg do deserto do Saara apareceram. Assim, necessitamos de uma ideia de variação intra-específica e também da origem e evolução das espécies.

### AS PRINCIPAIS TEORIAS EVOLUTIVAS

Para explicar o fenômeno da mudança constante dos organismos ao longo do tempo, alguns cientistas propuseram vários esquemas e mecanismos racionais, embora altamente especulativos. Devido às suas influências no passado e presente, apenas duas das mais importantes ideias são aqui rapidamente discutidas: a herança de caracteres adquiridos e a evolução por seleção natural.

#### A herança de caracteres adquiridos

Significa dizer que, quando o ambiente se torna muito diferente, produz, ao longo do tempo, modificações correspondentes na forma e organização dos organismos. Para o caso do aparecimento de novas características, devidas ao uso, em organismos, Lamarck se utilizava do caso dos pássaros que vivem em ambientes aquáticos e que teriam separado seus dígitos a fim de movimentarem-se melhor na água. Antílopes, herbívoros ancestrais esticavam seus pescoços, línguas e pernas a fim de obterem a maior quantidade de folhas possível, conseqüentemente alongando essas estruturas. As porções corpóreas adquiridas, maiores, eram então sucessivamente passadas às gerações subseqüentes, as quais seguiam o mesmo processo, chegando às conhecidas girafas de pescoços, línguas e pernas alongadas.

#### Evolução pela Seleção Natural

Assim como indivíduos de uma dada espécie nascem em maior número que aqueles que podem possivelmente sobreviver; e como, conseqüentemente, há uma constante luta pela sobrevivência, segue que qualquer ser, se variante, mesmo que de forma sutil e benéfica para si próprio, sob as complexas e, às vezes, variáveis condições da vida, terá uma melhor chance de sobrevivência e, assim, ser *naturalmente selecionado*. A partir do forte princípio da herança, qualquer variedade selecionada tenderá a propagar sua nova e modificada forma.

### A ORIGEM DAS ESPÉCIES

#### Isolamento Reprodutivo

Para continuar com a origem das espécies, precisamos inicialmente estabelecer o que uma espécie é. Para organismos de reprodução sexuada, uma **espécie** é uma população na qual os indivíduos se reproduzem,

produzem descendentes férteis e não têm sucesso reprodutivo com outras populações.

A impossibilidade de uma população de se reproduzir com outras é conhecida como **isolamento reprodutivo** e pode ocorrer de diversas maneiras. Pode haver diferenças quanto à estrutura e função dos órgãos reprodutivos (por exemplo, diferenças do arranjo das porções florais que permitem a polinização por uma dada espécie de inseto em um caso e não em outro), as células sexuais podem ser incompatíveis (por exemplo, os ovos liberam uma substância química que atrai o esperma de uma população e repele o de outras), pode haver diferenças quanto ao período no qual a reprodução ocorre (primavera para uma população e verão para outra) ou pode haver diferenças comportamentais (por exemplo, a corte masculina atraindo fêmeas da própria população e não de outras).

Embora a maioria dos cientistas acredite que o isolamento geográfico é o principal mecanismo de especiação, há um crescente número de evidências de que novas espécies são formadas bem no meio da população parental.

**Seleção direcional** (algumas vezes chamadas de **seleção diversificadora**) resulta em mudanças mais ou menos regulares das respostas às alterações do meio ambiente ou até mesmo de um novo ambiente.

A **seleção sexual** ocorre quando há diferenças na aparência e/ou comportamento entre os dois sexos, um fenômeno especialmente dramático em muitos pássaros e mamíferos.

## **GRADUALISMO E INTERMITÊNCIA NA EVOLUÇÃO**

O processo que descrevemos sugere, em geral, que tanto a origem quanto a subsequente evolução das espécies ocorre vagarosamente. **Gradualismo** é o termo mais bem aplicado a estas mudanças que resultam dos vários mecanismos de isolamento e seleção que já discutimos. Sequências fósseis de alguns grupos demonstram este fenômeno de modificação gradual ao longo do tempo.

Entretanto, o gradualismo falha ao explicar o substancial número de casos no registro fóssil nos quais novas espécies são morfologicamente distintas em seu primeiro momento de aparição, bem como nos casos de ausência de formas intermediárias em muitos grupos de animais.

De acordo com a teoria do equilíbrio intermitente, a maioria das mudanças morfológicas ocorre durante a especiação em processos tais quais o efeito fundador e a seleção direcional. Isto é, então, seguido por um período de seleção estabilizadora. Por exemplo, uma vez que apareceu, o casco do cavalo não demonstrou praticamente qualquer variação morfológica em 500 milhões de anos, a árvore ginkgo não demonstra nenhuma alteração há 200 milhões de anos e o opossum, há 70 milhões de anos. Estes organismos são exemplos de grupos em êxtase evolutivo, ou em equilíbrio.

Pode parecer que o acúmulo de evidências crescentemente apoia o conceito do equilíbrio pontuado como o principal modo de evolução. Entretanto, isso não destrói o conceito de gradualismo, mas sim fornece uma explicação alternativa para alguns eventos evolutivos. O gradualismo evolutivo realmente ocorre e foi muito bem documentado em muitas espécies; em outras, grandes saltos parecem ter ocorrido em períodos breves de tempo.

De qualquer forma, a seleção natural opera em ambos os modelos – rápida ou gradualmente.

## **ADAPTAÇÃO**

A **adaptação** pode ser definida a partir de uma perspectiva evolutiva, como o desenvolvimento ou melhora de características estruturais, comportamentais e/ou fisiológicas que aumentam as chances de sobrevivência e de reprodução em um dado ambiente.

## **A ORIGEM DOS SERES HUMANOS**

A teoria da savanização, para explicar a origem dos hominídeos, vem sendo seriamente questionada nos últimos anos.

### **Origens Humanas**

Humanos são classificados como primatas, um grupo que apareceu aproximadamente 65 milhões de anos AP, mais precisamente durante o Paleoceno (datado entre 65 milhões e 54 milhões AP, simultaneamente a uma grande irradiação adaptativa dos mamíferos placentários). Evidências fósseis indicam que os primeiros primatas apareceram a partir de insetívoros pequenos, terrestres, noturnos e adaptados à vida sobre as árvores. Estes se tornaram os primatas primitivos, que deram origem ao que hoje conhecemos como prosímios, grupo no qual estão incluídos os lêmures, os lerises e, possivelmente, os tásios. Durante o Oligoceno (de 38 milhões a 25 milhões de anos AP), os primatas passaram por mais uma radiação adaptativa que levou, finalmente, aos três principais ramos de primatas antropóides geralmente reconhecidos: os macacos do novo mundo (Ceboídes), os macacos do velho mundo (Cercopitécoídes) e os símios/humanos (Hominóides). E é neste último que a nossa atenção estará concentrada.

**Os primeiros primatas superiores** definitivamente aceitos datam de cerca de 35 milhões de anos AP (no Oligoceno), quando tanto os platirrinos do Novo Mundo (nariz achatado, com as narinas apontando para as laterais) quanto os catarrinos (nariz estreito, com as narinas apontadas para baixo) são encontrados. O *Aegyptopithecus* (símio do Egito), um representante dos catarrinos do Oligoceno, possuía o padrão da cúspide do molar de um símio (cinco cúspides em vez das quatro encontradas em macacos do Velho Mundo), a estrutura quadrúpede básica, um rabo externo de um macaco e o tamanho cerebral de um lêmur. O *Aegyptopithecus* é um candidato à posição de o mais antigo dos catarhines.

**Os Primeiros Hominídeos.** A linhagem hominoide divergiu em algum momento entre 5 milhões e 8 milhões de anos AP, formando os pongídeos, grupo que inclui os gorilas e chipanzés modernos e seus ancestrais, e os hominídeos, humanos modernos e ancestrais. Outros símios hominóides, como o gibão e o orangotango divergiram anteriormente. Os hominídeos caracterizam-se pela locomoção bípede, dieta onívora e, posteriormente, pela capacidade craniana aumentada e organização social, todas as três consideradas como adaptações a vida nos campos abertos das savanas em vez das florestas protegidas, como seus precedentes.

***Australopithecus afarensis***, o mais antigo hominídeo conhecido, formado por ossos fossilizados apelidados de “lucy” por seu descobridor, Donald Johanson, datado em 3,1 milhões de anos, tinha apenas 1,1 metro de altura, pesava cerca de 30 kg e possuía uma mandíbula pronunciada e o cérebro semelhante ao de um chimpanzé. Lucy, com vinte e cinco anos, tratava-se claramente de um

hominídeo quando era considerado seu andar ereto sobre pernas que podiam ser completamente estendidas.

***Ardipithecus ramidus***, em 1992-1993, remanescentes fósseis da mais e remota espécie de hominídeos, possivelmente a raiz dessas espécies, forma descobertos na Etiópia e são conhecidos agora como *Ardipithecus ramidus*.

***Australopithecus anamensis***, engordando a lista dos primeiros hominídeos, datado em 3,9 milhões de anos, é um excelente candidatos entre *A. Ramidus* e o *A. Afarensis*.

**Ecotonos e os primeiros hominídeos.** Estes primeiros australopitecíneos devem ter vivido nas áreas de transição entre florestas e savanas. Tais transições entre dois (ou mais) tipos de ambiente são conhecidos como ecotonos. É geralmente aceita a ideia de que a vida neste ecotono floresta – savana contribuiu para o desenvolvimento da bipedia, dos hábitos alimentares onívoros e da encefalização.

***Australopithecus africanos***, A linhagem dos *africanos* é significativa, porque alguns cientistas acreditam que ela deu origem ao maior dos passos na evolução humana, o *Homo habilis*, entre 2 milhões e 2,5 milhões de anos AP, e, talvez, há outras linhagens, as quais incluiriam *Homo rudolfensis* e até o *Homo erectus*.

***Homo habilis***, originou-se do *Australopithecus* há cerca de 2,5 milhões de anos AP e se extinguiu 1 milhão de anos depois, ele era muito semelhante ao seus ancestrais mais simiescos, exceto por ser mais alto e possuindo um crânio maior, parece ter feito suas ferramentas lascando as pedras a fim de dar-lhes um formato desejado.

Embora tenha existido durante apenas meio milhão de ano, *H. Habilis* possivelmente deu origem a uma nova espécie, o *Homo erectus*, da qual os primeiros esqueletos datam de aproximadamente 1,8 milhões de anos AP.

***Homo erectus***, medindo, em média, 1,7 metros de altura, reteve o crânio simiesco (testa achatada, toro supra-orbital pronunciado) e mandíbula (sem queixo) de seus predecessores, mas seu crânio havia aumentado em relação ao crescimento total do corpo, levando a um maior desenvolvimento cerebral, o que forneceu a plasticidade necessária para que se adaptasse aos diferentes ambientes e para sua ampla dispersão.

***Homo sapiens***, são divididos em dois grupos: arcaicos e modernos. Ambas as formas possuem cérebro grande, em média 1.350 cm<sup>3</sup> (às vezes, alguns indivíduos primitivos superavam esta média). Formas arcaicas nas quais está inclusa a subespécie *Homo sapiens neanderthalensis*, são caracterizados por crânios longos e baixos e face robusta, com toro supra-orbital moderado e mandíbulas grandes. O *Homo sapiens* moderno caracteriza-se por um crânio mais arredondado e alto, presença de queixo, dentes e mandíbulas relativamente pequenas e uma face mais grácil (menos robusta) que a das formas arcaicas.

E foram as formas modernas de *Homo sapiens* que tiveram um extraordinário impacto sobre o seu meio ambiente. A elas tem sido atribuído um papel importante na extinção de muitas das espécies de mamíferos no final do Pleistoceno, bem como nas maiores modificações de paisagem iniciada pelo desenvolvimento e intensificação da agricultura e de outras atividades.

## PARTE 2 – CONCEITOS BÁSICOS EM ECOLOGIA

## **INTRODUÇÃO**

De uma derivação do grego, **ecologia** literalmente significa “o estudo da casa”. Mas, de forma mais ampla, esta palavra se refere ao estudo científico do ambiente, incluindo seus componentes orgânicos e inorgânicos. Na medida em que seus praticantes descrevem, classificam, criam hipóteses e atestam, a ecologia molda-se aos padrões científicos. Entretanto, graças ao seu envolvimento com a geologia, a física, a química e a matemática, suas fronteiras disciplinares são permeáveis; juntas, estas características fazem da ecologia um alvo para diferentes canais de questionamento científico, desde a abordagem reducionista, como o estudo das espécies individualmente, até a aproximação holística, que investiga a totalidade dos ambientes no planeta Terra.

## **DEFININDO ECOLOGIA**

A ecologia tem recebido interpretações diferentes. Charles Elton (1927), um ecólogo britânico, a definiu como “história natural científica”, preocupada com a “sociologia e ecologia dos animais”. O ecólogo vegetal americano Frederick Clements (1905), considerou-a “a ciência da comunidade”, e o ecólogo alemão Karl Friederichs (1958), como “a ciência do ambiente”. Estes, de certa forma, diferentes focos tem sido abrangidos pelo conceito desenvolvido pelo ecólogo americano Eugene Odum, que definiu ecologia como “o estudo das estruturas e funções da natureza” e depois, como “o estudo da estrutura e funções dos ecossistemas”. Sendo esta definição operante e atual.

## **ECOSSISTEMA**

Ecossistemas podem ser muito grandes, como uma floresta ou um deserto, ou muito mais circunscrito, como um aquário ou um tubo de ensaio. Determinar as fronteiras de um ecossistema é, de certa forma, arbitrário, mas não aleatório.

## **SISTEMAS**

Consiste de dois ou mais componentes que interagem e que são cercados por um meio ambiente com o qual podem ou não interagir.

### **Componentes dos ecossistemas**

No caso dos sistemas ecológicos, os dois principais componentes são o bióticos (vivos) e o abióticos (não vivos).

## **A ORGANIZAÇÃO DOS ECOSSISTEMAS**

### **Produtores, Consumidores e Decompositores**

**Produtores** são o primeiro passo de um movimento de energia através de um ecossistema. É este grupo de organismos, normalmente verdes e clorofilados, que capturam a energia radiante do sol, na verdade produtores não produzem energia: eles convertem ou a transmitem de uma forma, a radiante, a outra, química.

Um autótrofo (literalmente, “auto-alimentador”) é um organismo que captura energia e, subsequentemente, a utiliza para sintetizar moléculas que servem aos requerimentos nutricionais de seu próprio crescimento e metabolismo. Em contraste, um heterótrofo (literalmente, “alimentado por outro”) é um organismo

cujas necessidades nutricionais são atingidas através da ingestão de outros organismos: heterótrofos são também conhecidos como *consumidores*.

**Consumidores** são organismos que derivam sua nutrição dos produtores: ou seja, são heterótrofos.

As correlações autótrofo-heterótrofo, ou produtor-consumidor primário e consumidor secundário, resultam em um movimento sequencial de energia conhecido como a cadeia alimentar.

**Decompositores**, basicamente bactérias e fungos, são heterótrofos que derivam sua nutrição a partir de produtores (a maioria dos fungos) e consumidores (principalmente as bactérias). Em vez de ingerir seu alimento, como no caso dos outros heterótrofos, os decompositores liberam enzimas de seu corpo capazes de digerir os tecidos animais e vegetais, em seguida, esses produtos processados são absorvidos.

## NICHOS E HABITATS

### Nicho

O fluxo energético e a ciclagem de nutrientes não ocorrem em um conjunto abstrato dos produtores, consumidores e decompositores. Estes termos que cada espécie possui um papel particular, senão único, em um dado ecossistema. A soma total destes atributos ecológicos é um **nicho** do organismo, seu papel nos processos ecológicos – o que ele faz, onde está e o que se faz a ele. Algumas espécies são uma fonte energética apenas para outras certas espécies, enquanto outras atendem a um maior e mais variado número de componentes.

### Habitat

Qualquer lugar que seja seu nicho, a espécie vive e executa suas funções em algum lugar. Este lugar é seu *habitat*. O *habitat* de um rato canguru é o deserto, o de um urso polar é o Ártico; uma dimensão do nicho do rato canguru é a de um herbívoro, enquanto a de um urso polar é a de um carnívoro.

### Espécie, Populações e Comunidades

Como foi observado, uma espécie é uma população de indivíduos que são e permanecem distintos porque normalmente não se reproduzem com outros indivíduos, ou seja, outra espécie. A população da espécie pode estar amplamente distribuída como no caso dos humanos.

Resumidamente, uma **comunidade ecológica** compreende seus componentes bióticos (plantas, animais e micróbios), de um dado ecossistema ou de uma subunidade dele.

## PARTE 3 – ABORDAGENS EM ECOLOGIA HUMANA

### A BASE ANTROPOLÓGICA

A **antropologia** pode ser definida como o estudo da diversidade biológica e comportamental humana, tanto geográfica como temporalmente. Diversidade, ou variação, em populações é um importante aspecto da evolução, assim, a evolução torna-se um dos principais pontos da antropologia. Os antropólogos estudam toda a variabilidade humana normal (e também as patologias) sobre a

Terra tanto no presente quanto no passado. Neste último caso, a antropologia pode ser definida como o estudo da história natural da espécie humana.

### **Antropologia Ecológica**

A **Antropologia Ecológica** estuda a ecologia de populações humanas ao redor do mundo, no passado e no presente. Seu objetivo é entender como a ecologia destas populações influencia, direta ou indiretamente, as características culturais associadas a cada grupo.

## **DETERMINISMO AMBIENTAL**

### **Abordagens Pioneiras**

A ideia de que características ambientais têm um efeito sobre a presença de traços culturais específicos é chamada de **determinismo ambiental**. Esta é provavelmente a mais antiga das abordagens à ecologia humana, já que ela claramente engloba a visão das relações humanos-ambiente de Hipócrates.

### **Áreas Culturais**

Áreas culturais referem-se às regiões do mundo dentro das quais as condições ambientais e as culturas das populações humanas são similares. Exemplos de áreas culturais são a Polinésia e, tradicionalmente, as regiões das grandes planícies americanas.

### **Limitações do Determinismo**

Uma grande desvantagem do determinismo ambiental é a maneira simplista de conectar as características ambientais com os traços culturais. O ambiente, de certa forma, é visto como “precedendo” a cultura e, assim, capaz de determiná-la. Muitos deterministas eram mais sofisticados em suas abordagens, notando certas complexidades nas relações ambiente/cultura.

## **POSSIBILISMO AMBIENTAL**

O ambiente era importante apenas ao limitar as possibilidades de uma cultura – por isso o termo *possibilismo ambiental*. Para os possibilistas, culturas em uma mesma área cultural eram similares devido às conexões históricas, não por influências ambientais simplistas.

### **Similaridades entre o Determinismo Ambiental e o Possibilismo Ambiental**

No possibilismo, as culturas escolhem entre as alternativas, com o ambiente determinado a variação das alternativas. Se as alternativas se limitam a uma única opção, o possibilismo é reduzido ao determinismo.

De acordo com os possibilistas, a cultura toma o papel principal de determinar as mudanças culturais posteriores na maioria dos ambientes, mas a causa da diversidade cultural começa com o ambiente e é essencialmente um processo de mão única.

## **ECOLOGIA CULTURAL**

A essência de sua noção de **ecologia cultural** é que o meio de subsistência de um grupo (as principais maneiras de se obter alimentos) está diretamente



relacionada com os outros aspectos de sua cultura. Ele se referia à subsistência de um grupo, incluindo sua economia básica e tecnologia, como o **núcleo cultural**. O núcleo cultural influencia a organização cultural e social de um grupo.

### **Ecologia Sociológica**

A **ecologia sociológica** é baseada primeiramente no uso de uma analogia entre os ambientes naturais e aqueles feitos humanos. Por exemplo, a partir dos trabalhos de Park, a sociedade urbana tem sido analisada com base em uma analogia ao ecossistema.

### **Abordagens Psicológicas**

A **psicologia ecológica** tenta prever os comportamentos baseada em observações cuidadosas, geralmente quantitativas, do ambiente no qual o comportamento ocorre. Em outras palavras, o objetivo é entender as correlações entre os tipos de unidades ambientais e os comportamentos comuns, com a noção de que pelo menos algumas dessas unidades ambientais têm “grande poder de coerção sobre os comportamentos que ocorrem dentro delas”.

### **Abordagens da Arquitetura e do Planejamento Urbano**

Certas abordagens da arquitetura e do planejamento aplicam algumas das ideias geradas pela sociologia e psicologia no estudo da ecologia humana, particularmente a noção de que os ambientes físicos artificiais podem ser muito influentes na determinação dos processos sociais e dos comportamentos individuais dentro deles.

## **ABORDAGENS BIOLÓGICAS E EVOLUTIVAS À ECOLOGIA HUMANA**

A teoria evolucionária de Darwin levou a uma nova perspectiva sobre as relações dos humanos com seu ambiente. A noção de adaptação ao ambiente tornou-se um conceito importante no estudo da evolução humana, agrupando abordagens ecológicas e evolutivas. No final dos anos 40, ecólogos humanos começaram a integrar estas abordagens ao estudo das culturas humanas.

### **O Paradigma da “Nova Ecologia”**

O **paradigma** da “nova ecologia” representa uma tentativa dos antropólogos culturais de “reintegrar as análises das adaptações culturais com os estudos gerais da ecologia”.

**Problemas ambientais.** Um tema central do paradigma da nova ecologia é a atenção aos problemas ambientais, seus efeitos sobre as populações humanas e as respostas das pessoas a eles.

**Abordagem ecossistêmica.** A Abordagem ecossistêmica da antropologia ecológica é baseada em uma simples premissa: as populações humanas devem ser vistas num contexto total dos ecossistemas nas quais vivem.

### **A Biologia de Populações Humanas**

O principal objetivo é o de entender a adaptabilidade humana tanto populacional quanto individual, estimulando a integração das pesquisas em genética, demografia, crescimento e desenvolvimento, epidemiologia, fisiologia ambiental, aquisição de recursos e nutrição, bem como os processos

comportamentais e culturais que se relacionam aos problemas ambientais. Assim, a Biologia de populações humanas, como o paradigma da nova ecologia, integra as abordagens socioculturais e biológicas da ecologia humana.

## **PARTE 4 – ECOLOGIA DE POPULAÇÕES**

### **INTRODUÇÃO**

Até mesmo a partir de suas observações mais triviais você, provavelmente, já sabe que há modificações em várias populações de animais e plantas em seu ambiente. Alguns tipos de plantas somente florescem na primavera e outras, no outono: árvores decíduas perdem suas folhas no outono e as recuperam na primavera: moscas varejeiras estão por toda parte praticamente ao longo de todo o ano, mas formigas e abelhas incomodam principalmente durante os meses de verão. Talvez você também tenha notado que, em alguns anos, pestes de animais como mosquitos são mais abundantes, flores não crescem tão bem, a menos pássaros cantando e menos peixes nos rios. Em um sentido muito geral, todas essas mudanças são manifestações da dinâmica do crescimento e da regulação das populações.

### **CRESIMENTO POPULACIONAL**

#### **Potencial Biótico e Resistência Ambiental**

Inerente a características de população, sejam moscas varejeiras, elefantes, pardais ou humanos, é a capacidade de reprodução de uma dada taxa. Isso é geralmente conhecido como potencial biótico de uma espécie. Em oposição ao potencial biótico encontra-se a totalidade das forças ambientais, bióticas e abióticas, que impedem que o potencial máximo seja alcançado. Essas forças são conhecidas como resistência ambiental e são responsáveis pela manutenção dos números populacionais. Ambos os termos foram introduzidos pelo ecólogo americano Royal Capman (1928). Ocasionalmente, essas forças falham, o que resulta em explosões populacionais tais como as pragas bíblicas do deserto e outras mais recentes. Primeiro, consideraremos o potencial biótico das populações, um resultado da interação da taxa de nascimento, ou natalidade, e da taxa de mortes, ou mortalidade.

#### **Mais sobre o Potencial Biótico**

O potencial reprodutivo de uma espécie não é, entretanto, uma constante. Seu valor é diferente sob diferentes condições ambientais, abióticas ou bióticas. Fatores abióticos que influenciam o potencial reprodutivo incluem a temperatura, a umidade e a disponibilidade de nutrientes; fatores bióticos incluem o número de indivíduos da população presente em uma dada área, ou seja, a densidade da população, a idade dos indivíduos, a idade ativa, o final da idade reprodutora e o período da vida.

**Taxa intrínseca do Crescimento Natural** medido sob condições ótimas, potencial biótico de uma população.

**Taxa Reprodutiva de Rede.** Uma dimensão adicional do potencial reprodutivo, ou seja, o número de descendentes fêmeas que substitui cada uma das fêmeas da geração anterior.

### **MORTALIDADE E SOBREVIVÊNCIA**

Você já deve saber que o custo de um seguro de vida aumenta conforme a idade do segurado, já que as probabilidades de morte aumentam com esse fator. Para determinar a provável expectativa de vida de um comprador de seguros e, portanto, o custo da apólice o agente consulta uma tabela de riscos, acidente etc. esta tabela estatística apresenta a probabilidade de sobrevivência de certa idade baseada em fatores como idade, sexo e, às vezes, raça.

## **ESTRUTURA ETÁRIA**

Implícita com resultado dos diferentes padrões de sobrevivência é a diferença estrutura etária de uma população, as proporções relativas entre jovens, meia idade e indivíduos mais velhos de uma população dependendo do tipo de padrão de sobrevivência característica de seu grupo.

### **Principais Faixas Etárias**

Como foi proposto por Bodenheimer (1958), três faixas etárias são conhecidas em populações: a pré-reprodutiva ou em expansão, a reprodutiva ou estável e a pós-reprodutiva ou decrescente.

**População e expansão:** a taxa de nascimento é alta e o crescimento populacional pode ser exponencial.

**População estável:** quando a taxa intrínseca de nascimento natural se aproxima de 0 e a taxa reprodutiva de rede adquire valores próximos a 1, a taxa de crescimento é desacelerada e, então, se estabiliza.

**População decrescente:** é quando a taxa de nascimento é radicalmente reduzida.

## **REGULAÇÃO POPULACIONAL**

Já demonstramos brevemente que dois grandes fatores do padrão de crescimento de uma população, a natalidade e a mortalidade, estão sujeitos as influencias ambientais bióticas e abióticas.

### **O Papel dos Fatores Abióticos**

**Nutrientes.** Embora não seja sempre o caso, estudos envolvendo um bom número de espécies demonstraram que a quantidade e a disponibilidade de nutrientes particulares podem ter um papel crítico sobre a regulação da distribuição e do crescimento de uma população.

**Fatores Físicos:** caracterizados por gradações também têm um papel significativo sobre a regulação populacional de diferentes espécies (seca, enchentes, alimentos, clima).

### **O Papel dos Fatores Bióticos**

Interações entre espécies envolvem um bom número de relações diferentes, todas podendo ser incluídas dentro do termo *simbiose*, o qual, a partir de suas origens gregas, significa simplesmente “vivendo junto”. Em alguns casos, as duas populações simbióticas não afetam uma a outra - “neutralismo”; na maioria dos casos há um grande ou pequeno impacto. A competição pode envolver uma inibição mútua ou um efeito indireto em situações nas quais um recurso comum (comida) é escasso.

**Predação.** Em diversos aspectos, as relações hospedeiro-parasita e presa-predador são similares: o parasita e o predador são beneficiados, enquanto o

hospedeiro e a presa, respectivamente, são adversamente afetados em maior ou menor grau.

**Competição interespecífica.** Se duas populações de diferentes espécimes requerem um mesmo recurso (nutrientes, espaço, luz ou umidade), que é potencialmente limitado ou que assim se tornam, elas são ditas competidoras entre si.

## **PARTE 5 – A POPULAÇÃO HUMANA**

### **CRESCIMENTO POPULACIONAL GLOBAL**

#### **Padrão de Crescimento**

O crescimento total da população humana até agora tem sido exponencial: de fato, ele se parece assustadoramente com uma curva em forma de J.

O **tempo de duplicação** indica o número de anos de que a população necessita para que dobre em tamanho se as taxas de crescimento presentes forem mantidas.

**Crescimento Populacional Regional.** Enquanto a imagem global do crescimento populacional humano possui algumas características claras, aquelas das populações regionais ou locais são bem diferentes.

**Estrutura etária regional.** Essas grandes diferenças com relação aos padrões das curvas de crescimento são refletidas, como esperado, em suas estruturas etárias. Caracteristicamente, como você pode observar cerca de 40% da população encontra-se com menos de 15 anos de idade nos países em desenvolvimento.

**Idade mediana.** Embora as pirâmides de população mostrem a forma geral da estrutura etária, elas não provêm taxas ou medidas que possam ser comparadas, ao longo do tempo, com outras populações. Entretanto, a idade mediana, a idade exata na qual metade é jovem e metade é velha, fornece tal medida. Em geral, sociedades em desenvolvimento possuem populações em crescimento rápido com baixas idades medianas, enquanto sociedades desenvolvidas possuem populações com baixo crescimento ou estabilizadas com idades medianas altas.

### **NATALIDADE E MORTALIDADE**

Com o cenário do crescimento populacional mundial do passado e projeções futuras, podemos avaliar as duas forças por trás das mudanças: a natalidade, ou taxa de nascimentos, e a mortalidade, ou taxas de mortes. Tanto a natalidade quanto a mortalidade são calculadas sobre números por mil indivíduos por ano: assim, a natalidade é o número de nascimentos por mil pessoas por ano e a mortalidade é o número de mortes por mil indivíduos por ano.

#### **Mudanças na Expectativa de Vida**

Expectativa de vida é o tempo de vida estimado no momento do nascimento. A expectativa de vida mundial, por exemplo, aumentou de 61 anos em 1980 para 64 em 1990.

#### **Mortalidade Global**

As taxas de mortalidade infantil em 1980 variavam largamente entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento.

### **A Natalidade em uma Escala Global**

A discrepância do declínio da natalidade e da mortalidade entre os países e regiões desenvolvidos e em desenvolvimento foi notada. Enquanto a mortalidade é semelhante para áreas desenvolvidas e em desenvolvimento, cerca de 10, a natalidade chega a ser o dobro, próxima a 30, em regiões de desenvolvimento e 15 para aquelas já desenvolvidas.

### **IMPLICAÇÕES DO CRESCIMENTO POPULACIONAL**

Deveria ser intuitivamente evidente que a explosão de crescimento das populações humanas carrega consigo uma série de implicações culturais e ambientais. Mais pessoas criam a necessidade de mais moradias. Mais escolas e mais cuidados, bem como mais comida e uma melhor distribuição destes recursos, mais água; há mais lixo, a maior necessidade de combustível – mais, mais e mais. Mais pessoas em um dado espaço podem levar a um descontrole político e social e a emigração. Nesta época de interconexões globais, tais complicações em alguns locais causam problemas em outros.

### **ALIMENTANDO A POPULAÇÃO HUMANA**

#### **A Expansão da Fome e da Desnutrição**

O banco mundial estimou que mais de 700 milhões de pessoas, cerca de 13% da população mundial, sofre com a falta de alimentos para uma vida ativa e saudável, com as maiores concentrações na Ásia e na África subsaariana.

A desnutrição resulta da falta de comida, uma deficiência de um ou mais nutrientes essenciais (proteína, cálcio e vitamina C) ou de doenças genéticas ou ambientais que interferem na digestão, absorção ou metabolismo.

**A capacidade da Terra.** A quantidade de terras aráveis e cultiváveis no mundo chega a quase metade da superfície, excluindo as porções cobertas de gelo da Antártica e da Groelândia. Menos da metade de toda terra arável e mais da metade da terra cultivável estão atualmente em uso.

### **DESERTIFICAÇÃO**

#### **A expansão da desertificação**

Em um contexto geológico, a desertificação, processo de formação e expansão de desertos, tem sido resultado de alterações climáticas; em um contexto contemporâneo, a desertificação tem origens antrópicas. A história geológica é responsável pela presença dos grandes desertos do mundo: os hiperáridos, os áridos e os semi-áridos. Atividades agrícolas humanas são responsáveis pelo deserto de sal que hoje existem em regiões onde um dia florescia o vale dos rios Eufrates e Tigres.

#### **Fatores causais da desertificação**

Dentre os povos criadores, o pastoreiro é a principal causa da desertificação, particularmente em situações nas quais as secas prolongadas. O desmatamento de florestas para obtenção de combustível, removendo a proteção natural contra ventos é a fonte de uns do solo, é outro fator, o qual é

extenuado pela necessidade das populações pelo produto. O cultivo e a irrigação, o pasto em excesso, o desmatamento, a mineração, a recreação e a urbanização são todos fatores envolvidos na desertificação.

## **PARTE 6 – O ESTRESSE E A FISILOGIA AMBIENTAL**

O grupo humano deve ser capaz de perceber e avaliar fatores estressores, bem como as respostas. Precisam também equilibrar os custos e os benefícios de curto e longo prazo. Uma das tarefas do estudioso da ecologia humana é comparar um tipo qualquer de estratégia que seria ótima segundo as previsões de modelos teóricos de médio alcance com aquilo que o grupo na realidade faz. De fato, muitos modelos ecológicos têm como seu propósito a identificação da melhor, ou “ótima”, estratégia para um indivíduo ou população. Essas previsões tem pouco significado para o mundo real se os organismos na verdade não se comportarem de uma maneira ótima ou pelo menos próxima da ótima. Os estudiosos da ecologia humana têm minimizado estes problemas ao focalizarem muitos de seus estudos em populações sob estresses ambientais intensivos, situação em que sobra pouco espaço para respostas adaptativas deficientes.

Estudos ecológicos de como os organismos adaptam-se ao estresse adquiriram uma importância mais do que apenas acadêmica. A alta taxa de espécies em extinção é a subsequente perda na biodiversidade global é em parte uma decorrência de mudanças ambientais causadas pela humanidade. A taxa dessa perda pode acelerar-se devido às crescentes alterações introduzidas pelas atividades humanas, algumas atuando numa escala global. As ideias para conservação de espécies devem fundamentar-se em conceitos sólidos de resistência ao estresse biológico, além de outras considerações.

## **PARTE 7 – ADAPTAÇÃO HUMANA AO FRIO E AO CALOR**

### **INTRODUÇÃO**

Cada espécie possui uma capacidade de tolerância a temperatura ambiental, tanto as temperaturas quentes quanto as frias requerem processos adaptativos e apresentam limites, os quais limitam a capacidade funcional dos indivíduos. Estudos sobre os efeitos de condições macroambientais de calor e frio sobre humanos ilustram as similaridades e diferenças entre espécies humanas e outros animais quanto ao seu processo de adaptabilidade.

#### **Troca de Calor**

**Condução** se refere à transferência de calor entre dois objetos sólidos em contato físico.

**Convecção** se refere à troca de calor entre um objeto e um fluido (gás ou líquido), mais de uma vez devida a colisões musculares.

**A radiação** se refere a troca de energia eletromagnética entre objetos “ao alcance” um do outro.

**A evaporação** se refere a perda de um objeto devido a conversão de um líquido em um gás em sua superfície.

## **MACROAMBIENTES FRIOS**

Os humanos se adaptam a muitos tipos de macroambientes frios. Estes incluem condições noturnas de frio nos habitats tropicais e subtropicais áridos, noites frias em grandes altitudes e épocas frias encontradas no ártico e em muitas latitudes temperadas. Estas condições apresentam alguns perigos para humanos não protegidos, representando, porém, mais um desconforto do que ameaça a vida para os povos contemporâneos. Ambientes tropicais também possuem períodos de chuvas e ventos frios; entretanto, geralmente não são ameaças sérias para os humanos modernos.

### **Habitações**

Habitações, ou abrigos em geral, são uma outra grande adaptação cultural ao frio dos macroambientes. Como as roupas, o fator crítico é a proteção, a qual minimiza a perda de calor pela radiação e convecção.

### **O Álcool e Outros Agentes**

Os humanos também são conhecidos pela ingestão de álcool ou de outros agentes farmacológicos em sua ação contra o frio. O álcool fornece benefícios em curto prazo no frio: é metabolizado rapidamente, aumentando a geração de calor pelo corpo. A longo prazo, entretanto, ele é prejudicial pois estimula a dilatação das veias superficiais. A vasodilatação leva a um crescimento da taxa de perda de calor do corpo, diminuindo efetivamente a proteção biológica contra o frio.

### **Fogo**

O benefício do uso do fogo em um ambiente frio são óbvios. Porém, eles têm um custo: combustível. Alguns ambientes gelados são localizados acima das regiões onde a madeira necessitando de combustível obtido a partir de outras fontes, como as lâmpadas alimentadas com óleo de foca utilizada pelos inuit e fogueiras de esterco usadas pelos quéchuas.

## **MICROAMBIENTES FRIOS**

A maioria dos microambientes humanos podem ser descritas como tropical ou subtropical, apesar das mais diferentes condições macroambientais.

## **RESPOSTAS BIOLÓGICAS AO FRIO**

Há duas formas principais de adaptação biológica ao estresse provocado pelo frio: o isolamento térmico e o metabolismo. A adaptação do isolamento térmico envolve o tamanho do corpo, sua forma e sua composição, bem como a regulação do fluxo sanguíneo. A adaptação metabólica envolve o metabolismo basal, bem como a geração de calor metabólico pela atividade muscular, tanto voluntária quanto involuntária.

## **MACROAMBIENTES QUENTES E SECOS**

Há dois tipos principais de macroambientes quentes: os quentes e secos e os quentes e úmidos. Os problemas e as respostas adaptativas são tão diferentes nestes tipos de condições que os consideraremos separadamente.

Ambientes quentes e secos incluem os desertos e as savanas, ambos apresentando estas condições ao longo de todo ano, e também desertos e

campos mais temperados os quais são sazonalmente quentes e secos. A aridez destes ambientes permite altas taxas de ganho de calor a partir da radiação solar devido ao ar seco e limpo, com temperaturas ao meio dia nos desertos atingindo até 57° C. O alto ganho de calor leva também ao movimento rápido do ar, aumentando o ganho convectivo de calor.

## **MICROAMBIENTES QUENTES SECOS**

Adaptações culturais ao calor seco são efetivas ao proverem microambientes mais confortáveis durante boa parte do tempo. Todavia, as pessoas são expostas a macroambientes quentes e secos em algumas circunstâncias, particularmente quando precisam viajar ou trabalhar ou quando a água é escassa, nestas situações as pessoas dependem de suas repostas biológicas.

### **Respostas Biológicas**

**Transferência de calor.** Os principais meios de lidar com o calor seco são o aumento da transferência de calor do interior a superfície do corpo e dela para o ambiente, bem como perder calor da superfície por evaporação.

**Respostas vasculares.** O fluxo sanguíneo superficial é aumentado pela estimulação do sistema nervoso simpático através da dilatação da veias superficiais, com as outras veias constrictas, permitindo uma manutenção quase constante da pressão sanguínea.

**Suor.** A principal adaptação humana ao estresse provocado pelo calor é a habilidade de suar copiosamente.

**Aclimatização.** Os humanos que se aclimatizam ao calor aumentam sua taxa de suor máxima e também começam a suar em temperaturas de pele e interior mais baixa.

## **MACROAMBIENTES QUENTES E UMIDOS**

Representados em seu extremo pelas florestas pluviais tropicais, diferem significativamente dos macroambientes quentes e secos em suas características de estresse provocado pelo calor. Devido a umidade do ar e nuvens frequentes, o ganho de calor irradiado pelo sol é menor durante o dia. A perda de calor radiativo a noite é reduzida também, resultado de uma variação diurna da temperatura muito menor. Áreas úmidas nunca ficam tão quentes, nem tão frias, quanto as regiões áridas.

## **MICROAMBIENTES QUENTES E UMIDOS**

O ar ambiente é raramente mais quente que o interior do corpo, adaptações culturais para modificar o ambiente são relativamente ineficientes. Assim, as pessoas são geralmente expostas ao estresse provocado pelo calor em climas úmidos, particularmente quando precisam se engajar em atividades musculares.

## **PARTE 8 – ADAPTAÇÃO À ALTITUDE, À ATIVIDADE INTENSA E A OUTROS ESTRESSORES FÍSICOS**

### **INTRODUÇÃO**



As populações humanas vem se confrontando com muitos outros fatores estressores físicos além dos extremos de temperatura. Este capítulo explorará brevemente como as pessoas lidam com alguns deles, incluindo **hipóxia** de grandes altitudes (níveis baixos de oxigênio), o estresse auto-induzido por níveis intensos de atividade e os perigos naturais, como tempestades, terremotos, tsunamis (vagalhões) e erupções vulcânicas.

## **A HIPÓXIA DE GRANDES ALTITUDES**

A hipóxia em grandes altitudes é o resultado de uma baixa **pressão barométrica**. A pressão do ar em qualquer local é baseada amplamente na quantidade de ar sobre o mesmo; o peso do ar acima empurra para baixo o ar que está embaixo, criando um aumento de densidade das moléculas de ar e, assim, um aumento de pressão.

### **Adaptações Biológicas à Hipóxia**

Nossas adaptações biológicas à hipóxia envolvem o aumento da eficiência e da efetividade do transporte de oxigênio para dentro de nossos corpos e tecidos, onde ele é usado no metabolismo, bem como o ajuste das mudanças corpóreas que são efeitos colaterais das adaptações.

**Transferência de Oxigênio para os Pulmões.** Imediatamente à exposição a condições de hipóxia, há um aumento na **taxa de ventilação**, a quantidade total de ar se movendo para dentro e para fora dos pulmões em um dado período de tempo. Isto é conseguido tanto pelo aumento da taxa de respiração quanto pela sua força.

**A transferência de Oxigênio dos Pulmões para o Sangue.** A troca de oxigênio com o sangue ocorre em pequenos sacos de ar (**alvéolos**) nos pulmões. O movimento do oxigênio do alvéolo para os capilares sanguíneos adjacentes ocorre através de um processo passivo de difusão. A taxa de difusão é baseada em muitos fatores, incluindo a superfície do alvéolo e dos capilares, a espessura dos tecidos que separam o ar alveolar do sangue e a diferença das concentrações de oxigênio entre o ar alveolar e o sangue. Um outro fator importante é a capacidade de transporte de oxigênio do sangue; boa parte desta capacidade se deve à **hemoglobina**.

**A circulação do sangue para todos os tecidos.** Respostas circulatórias para a hipóxia de grandes altitudes são primariamente baseadas em modificações de distribuição. Há um aumento transitório na taxa cardíaca e no débito cardíaco sob exposição aguda, mas que rapidamente decai para os níveis preexistentes. Enquanto o aumento do débito cardíaco acelera a taxa na qual o sangue entrega oxigênio aos tecidos, há uma necessidade de demanda crescente de oxigênio para o músculo cardíaco, bem como um maior esforço de todo o sistema cardiovascular.

**A transferência de sangue para os tecidos.** O oxigênio é transferido do sangue capilar para as células dos tecidos por meios passivos e ativos. A difusão passiva é influenciada por fatores similares aos discutidos na aquisição de oxigênio pelos vasos dos pulmões.

A transferência de oxigênio é ativamente assistida por uma proteína dos tecidos, a mioglobina, a qual tem seus níveis elevados nos músculos de pessoas aclimatizadas às grandes altitudes.

### **Consequências Adaptativas ao Estresse Provocados pela Hipóxia**

Há problemas especiais para as pessoas devido às condições hipóxicas de ambientes de montanhas altas, especialmente relacionadas à exposição inicial. O risco e a severidade dos problemas aumentam com a altitude alcançada e com a taxa de subida. Estes problemas incluem enjojo agudo, edemas pulmonares e cerebrais, enjojo subagudo em crianças e enjojo crônico.

**Adaptações Populacionais.** As pessoas se adaptaram aos ambientes de grandes altitudes independentemente em diversas regiões do planeta, incluindo as terras altas da Etiópia e do Tibete, os Andes e o Himalaia. Os locais do globo onde são encontradas as áreas de grande altitude. Dada a ampla distribuição destas regiões, não surpreende o fato de que os estudos demonstram algumas diferenças biológicas entre as populações quanto à forma com a qual os humanos se ajustaram.

### **NIVEIS DE ATIVIDADE ALTA**

Já que a atividade é auto-administrativa e não uma força externa imposta pelo macroambiente, devemos considerar a adaptabilidade humana aos níveis de altos de atividade de uma forma um pouco diferente daquela com a qual abordamos os estressores descritos anteriormente. A grande atividade é ainda geralmente devida as causas ecológicas. Ela é necessária para obter recursos e proteção contra o estresse seja correndo para caçar uma presa, construindo um abrigo, plantando arroz ou alguma outra tarefa, agradável ou não, que as pessoas precisam executar a fim de sobreviver. As pessoas podem também se envolver em atividades extenuantes por diversão ou esporte.

### **Resposta Biológicas a Altos Níveis de Altitude**

**A resposta individual à exposição aguda.** Quando as pessoas começam a se envolver em níveis altos de atividades física, elas se confrontam com uma necessidade de aumentar tanto a tolerância ao calor quanto a eficiência no uso de oxigênio. Níveis altos de atividade envolvem o aumento do metabolismo, o que, por sua vez, gera calor e uma necessidade de utilização mais rápida de oxigênio. A resposta inicial ao exercício envolve o aumento da taxa de ventilação através de uma taxa de respiração mais acelerada, o aumento da taxa de circulação através de batimentos cardíacos mais rápidos e fortes e o direcionamento do sangue preferencialmente para os músculos esqueléticos onde o metabolismo está ocorrendo. O sangue é redirecionado a partir de áreas críticas, como a pele. Conforme o exercício continua e o calor do corpo aumenta, os vasos sanguíneos da pele são dilatados, permitindo uma liberação mais eficiente de calor para o ambiente a partir da área de superfície. O suor inicia quando a temperatura da pele chega a um nível crítico.

**A forma física** definida como a habilidade de manter condições homeostáticas durante grande atividade, ou de se recuperar rapidamente após o exercício,

envolve dois processos gerais de adaptação biológica que já foram discutidas: a tolerância ao calor e o uso eficiente de oxigênio.

**A capacidade aeróbia.** A maior taxa na qual podemos consumir o oxigênio para o uso em nosso metabolismo é conhecida como a **capacidade aeróbica**; este é um importante componente da forma física.

**Velocidade e força.** A força muscular a qual é definida como a quantidade de força que um músculo pode fornecer, é baseada na área transversal de um músculo, com músculos mais espessos fornecendo mais força.

### **Consequências adaptativas da capacidade diferenciada de trabalho**

A importante ecológica da variabilidade da capacidade de trabalho está na capacidade diferencial de indivíduos realizarem tarefas essenciais. As culturas humanas diferem quanto as suas expectativas de trabalho para as pessoas em geral e também nas formas como elas são divididas entre os grupos de uma sociedade.

**A Unidade Econômica.** A unidade econômica primária difere em diferentes grupos culturais, desde aqueles essencialmente individuais e auto-suficientes àqueles que envolvem famílias extensas.

**O impacto da modernização.** A capacidade de trabalho, baseada nos níveis habituais de atividade, tem sido amplamente afetada pelo processo de modernização em muitas populações. Este processo geralmente envolve um decréscimo dos níveis de atividade física e, conseqüentemente, um declínio da força aeróbica.

## **PERIGOS NATURAIS**

As populações humanas também precisam lidar com estressores físicos que são de difícil previsão em termos de tempo, de espaço, de local e de intensidade. Estes estressores, geralmente chamados de **perigos naturais**, incluem as tempestades, os terremotos, os tsunamis e as erupções vulcânicas.

### **Erupções Vulcânicas.**

Alguns dos maiores estragos causados pelas erupções vulcânicas são relacionados aos terremotos e tsunamis associados a eles. Entretanto, os vulcões têm causado diretamente muito sofrimento. Solos vulcânicos nas encostas dos vulcões são muito ricos para propósitos agrícolas, o que leva a um grande aumento populacional nestas regiões. Erupções vulcânicas podem causar estragos através do movimento rápido de lava, pela poeira e pelo movimento de lama. Mesmo a lava que se move vagarosamente pode destruir de vez as estruturas permanentes.

### **Consequências adaptativas dos perigos naturais**

Como já mencionado, os perigos naturais podem ter efeitos devastadores para as populações humanas. A tecnologia avançada de hoje permite

planejamentos melhores de perigos como ciclones ou outras tempestades, erupções vulcânicas insipientes e tsunamis de longo alcance. A previsão de terremotos e de tsunamis gerados localmente ainda é problemática. Ironicamente, apesar da habilidade de prever alguns destes desastres, a quantidade de destruição parece continuar crescendo. Isto pode ser devido à pressão populacional que obriga as pessoas a viverem em fase de maior risco. Comparados aos outros fatores estressores discutidos até agora, os desastres naturais parecem apresentar os maiores problemas para as populações humanas. Isto se deve à maior previsibilidade dos outros estressores. Assim, se for dada às pessoas a chance de se preparar para problemas como o frio, o calor e a hipóxia de grandes altitudes, elas podem sobreviver. Quando um grande fator estressor ambiental não pode ser previsto, ela apresenta um desafio muito maior às capacidades adaptativas humanas. Na verdade, as pessoas consistentemente subestimam a importância dos riscos mais bem conhecidos. Este pode ser um meio de fatorar a importância da previsibilidade na preparação para enfrentar circunstâncias estressoras.

## **PARTE 9 – ADAPTAÇÃO A FATORES ESTRESSANTES BIÓTICOS: MÁ NUTRIÇÃO E DOENÇAS INFECCIOSAS**

Além dos fatores estressantes físicos em seu ambiente, os humanos também precisam lidar com problemas de base biológica. Este capítulo trata de problemas de cadeia alimentar humana, ou seja, como as pessoas se adaptam às circunstâncias nas quais elas ou não conseguem obter alimentos de seus recursos, ou quando organismos (patógenos) tentam usá-las como fonte de comida. Estes dois problemas estão, na verdade, inter-relacionados.

### **MÁ-NUTRIÇÃO: O PREÇO DA FALHA**

A má nutrição pode ser definida como qualquer tipo de nutrição desbalanceada, incluindo a ingestão de muita ou pouca comida. O foco será dado, principalmente, à subnutrição, na qual a quantidade tanto de alimentos em geral quanto de nutrientes específicos requeridos por uma dieta são inadequados.

### **MÁ-NUTRIÇÃO proteico-CALÓRICA**

Uma das principais formas de má-nutrição é causada pela deficiência de conteúdo energético da comida, medido em kcal (Kilocalorias), e/ou deficiências proteicas.

#### **Deficiência Proteicas**

As proteínas são necessárias para o crescimento, reprodução e sobrevivência diária; nenhum organismo pode sobreviver muito tempo sem a habilidade de produzir as proteínas necessárias.

As proteínas precisam ter uma ordem precisa de seus aminoácidos para manter sua função. Se um tipo de aminoácido falta, os humanos e outros organismos não conseguem de maneira correta, produzir suas proteínas necessárias; isso forma o “menor denominador comum” da síntese proteicas a partir de seus aminoácidos constituintes.

**A Qualidade Proteicas dos Alimentos.** Ingerir proteínas não é o suficiente para evitar a má-nutrição: devem ser ingeridas proteínas que contenham a taxa apropriada de aminoácidos essenciais para as necessidades humanas. A **qualidade proteicas** se refere ao grau no qual um dado tipo de proteína da dieta combina com a taxa de aminoácidos essenciais requerida pelos humanos.

**O Cenário da Deficiência Proteicas.** A deficiência proteica é uma das principais formas de má-nutrição. Ela é particularmente comum em países em desenvolvimento, especialmente em regiões tropicais onde os alimentos comuns tendem a ser ricos em carboidratos e pobres em proteínas.

**Efeitos Biológicos da Má-Nutrição Proteicas.** A maioria dos casos de má-nutrição proteicas ocorre quando a ingestão de proteínas é, de certa forma, menor que os valores requeridos a longo prazo. A má-nutrição severa durante a infância leva a uma doença de deficiência chamada de **kwashiorkor**, uma palavra derivada da linguagem Ga da África e que significa “doença que ocorre quando se é substituído da mama por outra criança”. Os sintomas da doença incluem a atrofia muscular, a falha do crescimento, as irritações de pele, os edemas e, em alguns casos, a perda dos pigmentos da pele e do cabelo.

### **Subnutrição Total: Deficiência de Proteínas e de Calorias**

**Reservas Energéticas Biológicas Humanas.** Como uma fonte de energia de curto prazo, as pessoas dependem do glicogênio, o amido estocado no fígado e nos músculos. Quando os níveis sanguíneos se encontram altos, um hormônio chamado *insulina* é secretado e estimula a **glicogênese** (a síntese de glicogênio a partir da glicose, um açúcar simples). Quando os níveis sanguíneos estão baixos, como ocorre na subnutrição, o hormônio glucagon é liberado e estimula a **glicólise** (a quebra do glicogênio em glicose). O glicogênio é utilizado na manutenção de níveis de açúcar mais ou menos estáveis no sangue, independentemente da ingestão de açúcares na alimentação. O açúcar é a principal fonte de energia a curto prazo no corpo humano, garantindo um fornecimento constante de energia.

**O Ciclo de Cori.** Enquanto a gordura é a principal das fontes de energia, há problemas quanto ao seu uso, já que os músculos esqueléticos e cérebro humanos não se utilizam diretamente da gordura como fonte de energia, dependendo, na verdade, da glicose. O **ciclo de Cori**, um processo adaptativo de conservação de glicose, envolve uma mudança para o metabolismo anaeróbico no tecido muscular, no qual a glicose é quebrada em lactato em vez de moléculas pequenas de dióxido de carbono e água. A quebra de glicose libera energia no músculo.

**Efeitos da Má-Nutrição proteico-Calórica.** Em adultos, a má-nutrição proteico-calórica tem muitos efeitos negativos. O efeito mais óbvio é a grande perda de peso corpóreo. Enquanto a maior parte desta perda é oriunda da queima de gordura, há uma perda considerável de proteínas, particularmente das que se encontram na massa de músculo esquelético. A capacidade física

de trabalho também decai, porém, somente após um longo período de deficiência proteico-calórica.

Os efeitos da má-nutrição proteico-calórica são muito maiores sobre as crianças, podendo levar a uma doença chamada **marasmo**.

## **DEFICIÊNCIAS DE VITAMINAS**

Além dos principais componentes nutricionais dos alimentos – carboidratos, gordura e proteínas -, a comida contém muitos micronutrientes (componentes necessários apenas em pequenas quantidades) indispensáveis para a saúde e a função humanas. Dentre os micronutrientes estão minerais, como o iodo e o zinco, e fatores alimentares acessórios, as vitaminas.

### **Deficiência da Vitamina A**

A vitamina A (retinol) é encontrada em vegetais verdes e amarelos, no leite, na manteiga e no queijo; ela também pode ser sintetizada no corpo a partir do beta-caroteno, o qual é encontrado em muitos alimentos vegetais. É armazenada no fígado, mas o mau funcionamento do órgão pode acabar com as reservas, contribuindo para a deficiência.

### **Deficiência de Tiamina**

A tiamina, também conhecida como vitamina B, funciona no metabolismo dos carboidratos e, dessa forma, a sua deficiência é particularmente problemática quando as dietas contêm pouca vitamina e são ricas em carboidratos. Embora a tiamina seja encontrada em quase todos os tipos de alimentos, incluindo a carne de porco, o fígado, os grãos e legumes, as deficiências são observadas em populações que dependem do arroz como base de sua dieta.

### **Deficiência de Niacina**

A niacina, também conhecida como vitamina B, é encontrada em baixas quantidades no milho, e as doenças relacionadas à sua deficiência sempre estão ligadas a populações com dietas baseadas no milho. Entretanto, ela é encontrada no fígado, na carne, em grãos e nos legumes. O aminoácido triptofano pode ser convertido em niacina pelo corpo, mas ele também é relativamente escasso no milho.

### **Deficiência de Vitamina C**

O ácido ascórbico funciona como um caminho bioquímico no qual o aminoácido prolina é convertido em colágeno, O colágeno, por sua vez, funciona como um químico que se liga às células nos tecidos do corpo, notavelmente à cartilagem, aos ossos e aos dentes. Assim, a deficiência de vitamina C está associada ao enfraquecimento da capacidade de cicatrização e ao rompimento de feridas antigas. O resultado é a hemorragia (sangramento), geralmente interna, que leva a ferimentos graves de juntas, entre outros sintomas.

### **Deficiência de Vitamina D**

A vitamina D pode ser obtida a partir da dieta (por exemplo, ovos), mas também pode ser sintetizada dos esteroides encontrados no alimento. A síntese, que envolve a radiação ultravioleta do sol na reação, ocorre nas camadas superficiais da pele (Cavalli-Sforza,1981). A pele clara favorece a

reação, enquanto roupas bloqueiam a luz, inibindo-a. Em regiões de radiação solar intensa, a reação produz vitamina D suficiente mesmo quando a cor da pele é bem escura. Na verdade, alguns antropólogos sugeriram que a pele clara evoluiu, em parte, como uma adaptação à síntese de quantidades adequadas de vitamina D em povos que habitavam as latitudes norte com doses pequenas de radiação solar, enquanto a pele mais escura foi e é vista como uma adaptação para filtrar a radiação ultravioleta e evitar a hipervitaminose D (muita vitamina D) (Loomis, 1967).

A vitamina D é necessária para a absorção do cálcio no intestino e para seu uso subsequente na formação de ossos e dentes. A doença da deficiência na infância associada à vitamina D é conhecida como **raquitismo**. Ela é caracterizada pela curvatura dos ossos, pelo atraso da erupção dos dentes (em crianças) e pelo desenvolvimento precário do esmalte dentário (Adair, 1987). **Osteomalácia** é o termo para a mesma doença quando manifestada em adultos.

## DEFICIÊNCIAS MINERAIS

### Deficiência de Ferro

“Embora o ferro ocorra naturalmente em ovos, carnes, legumes, grãos e vegetais verdes, a deficiência de ferro foi chamada de o mais prevalente problema nutricional dos dias atuais” (Scrimshaw, 1991, p.46). Estimativas para os países em desenvolvimento vão desde 67% das crianças e 33% das mulheres em fase reprodutiva com algum tipo de deficiência de ferro. Porém, a deficiência é mais encontrada em países subdesenvolvidos, particularmente entre as mulheres. A maioria do ferro no corpo é utilizada na proteína hemoglobina, a qual carrega oxigênio e gás carbônico no sangue. Uma deficiência severa de ferro pode levar à **anemia**, conforme a produção de hemácias se torna defectiva devido à falta de hemoglobina. A anemia provoca muitos efeitos danosos às pessoas, desde a diminuição da capacidade de trabalho até o empobrecimento da performance intelectual.

### Deficiência de Iodo

O iodo é um elemento químico importante dos hormônios da tireoide e a deficiência deste mineral pode levar a uma redução do trabalho da glândula. A glândula tireoide geralmente incha na tentativa de aumentar a produção dos hormônios. Esta situação é chamada de **bócio**. Em casos extremos, o bócio desfigura o indivíduo e pode até mesmo causar pressão sobre a traqueia caso fique muito grande.

### Deficiência de Cálcio

As síndromes de deficiência de cálcio estão geralmente relacionadas aos problemas causados pela deficiência da vitamina D, já que ela é importante na utilização do cálcio pelo corpo. O mineral é importante para a formação dos ossos e dos dentes, durante o desenvolvimento e para sua manutenção. O cálcio também é responsável pelo bom funcionamento do sistema nervoso. Este mineral encontra-se em altas concentrações em itens da dieta como derivados do leite e vegetais verdes como brócolis.

A deficiência de cálcio pode levar ao crescimento vagaroso dos ossos e à **osteoporose**. A osteoporose torna os ossos muito susceptíveis à fratura.

## ADAPTAÇÃO E MÁ-NUTRIÇÃO

Muitas das respostas humanas à má-nutrição podem não ser adaptativas. Respostas comportamentais podem não ser apropriadas e podem, até mesmo, aumentar a severidade da má-nutrição. Mudanças biológicas associadas a ela podem simplesmente ser respostas fisiológicas à ausência ou falta de alguns nutrientes necessários. Entretanto, parece haver alguns mecanismos preparados para algumas das deficiências nutricionais que servem para atrasar as consequências mais devastadoras.

### Alimentos versus Nutrientes

Em todas as populações humanas, uma diferença pode ser encontrada entre *alimento* e *nutrientes*. Alimento é um conceito culturalmente definido, incluindo todas as substâncias consideradas comestíveis. Nutrientes são compostos químicos necessários ao corpo e incluem carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e minerais.

### Adaptação Biológica à Má-Nutrição

Problemas nutricionais não podem ser vistos isoladamente. Eles afetam a habilidade de uma população para lidar com muitos outros estressores, bem como sua habilidade para obter recursos/ podem, por exemplo, diminuir a capacidade de trabalho. A má-nutrição, portanto, afeta todas as outras áreas da ecologia da população. Em nenhum outro domínio este impacto é mais fortemente sentido do que na habilidade das pessoas de resistirem a doenças infecciosas.

## DOENÇAS INFECCIOSAS COMO ESTRESSORES BIÓTICOS

### Uma Nota sobre “Taxas” de Doenças

“Taxas” de doenças podem significar muitas coisas para um epidemiologista. Duas das principais formas de determinar o quão comum é uma doença em uma população se dão a partir da medição do número de fatalidades, devidas à doenças, dividido pelo tamanho da população, o que é chamado de **taxa de mortalidade** da doença em relação ao tamanho da população, o que é chamado de **taxa de morbidez**.

Há duas formas comuns de medir a taxa de morbidez: através da prevalência de uma doença ou através de sua incidência. A **taxa de prevalência** de uma doença é o número de casos de uma doença em um dado momento do tempo. A **taxa de incidência** de uma doença é definida como o número de novos casos que aparecem durante um dado período de tempo.

### Relações Hospedeiro/Parasita

Os parasitas e seus hospedeiros tendem a coevoluir em uma “coexistência pacífica” em muitos casos. Ou seja, parece haver uma seleção evolutiva tanto em favor dos hospedeiros que não morrem ou que não ficam muito doentes, fazendo com que o sucesso reprodutivo diminua, quanto em favor dos parasitas que não matam seu hospedeiro (o “ganso de ouro”). Há alguma evidência de que esta coevolução de hospedeiros e parasitas resulta em menos virulência.



A variabilidade genética da população de hospedeiros, particularmente dos genes relacionados ao sistema imune, pode ser muito importante ao permitir que a população de hospedeiros rapidamente se adapte ao novo agente da doença.

A seleção natural contra a virulência de parasitas ocorrerá somente se houver uma vantagem aos parasitas relacionadas à manutenção da vida do hospedeiro. Para parasitas que podem facilmente mudar de hospedeiro, talvez não haja nenhuma modificação acerca de sua virulência ao longo do tempo.

## **DOENÇAS TRANSMITIDAS POR VETORES**

Vetores são os veículos pelos quais os parasitas são transferidos de um hospedeiro infectado para um susceptível. Eles geralmente são artrópodes, um grande grupo biológico que inclui insetos, aranhas e camarões, dentre outros. Vetores podem ser considerados em dois grupos: agentes biológicos ou mecânicos. Como um agente mecânico, o vetor simplesmente transfere os parasitas através de contato externo (por exemplo, moscas carregam germes em suas patas quando pousam em excrementos, então, pousam na comida, onde os germes são depositados). Como um agente biológico, o próprio vetor se torna infectado (com ou sem sintomas). Em alguns casos, o parasita é obrigado a passar parte de seu ciclo de vida em um vetor específico. Em geral, doenças transmitidas por vetores podem ser facilmente transmitidas mesmo quando o hospedeiro já está doente e, dessa maneira, estas doenças tendem a se manter virulentas mesmo após longa associação com humanos.

Doenças transmitidas por vetores têm, sem dúvida, afetado a humanidade ao longo de toda a evolução dos hominídeos, e algumas delas tiveram um impacto muito grande sobre a ecologia e a Biologia humanas. Dois exemplos de doenças carregadas por vetores serão discutidos brevemente aqui: a malária e a oncocercose. Estes exemplos foram escolhidos para dar uma ideia de como as doenças transmitidas por vetores podem afetar a ecologia humana.

### **Malária**

A **malária** tem sido, provavelmente, o maior assassino de humanos dos últimos milênios. Há cerca de 300 milhões a 500 milhões de casos de malária em qualquer momento do tempo e, aproximadamente 2,7 milhões de pessoas morrem desta doença a cada ano (Nussenzweig e Long, 1994). Ela é causada por diversas espécies de protozoários do gênero *Plasmodium*, particularmente o *P. vivax*, o *P. malarie* e o *P. falciparum*.

**Protetores Biológicos Contra a Malária.** Os humanos desenvolveram algumas adaptações biológicas especiais contra a malária que envolvem variantes genéticas da hemoglobina. O caso mais bem conhecido de resistência genética à malária é o **caractere falsiforme da célula**. A célula falsiforme representa uma pequena mutação do gene que determina a molécula da hemoglobina. Esta mutação faz com que uma molécula de hemoglobina tenda a aderir a outra, particularmente quando a molécula se encontra na forma desoxigenada (ou seja, após o descarregamento de oxigênio da hemoglobina para os tecidos) (Edelstein, 1986). O complexo da molécula de hemoglobina pode formar grandes estruturas fibrosas dentro das

hemácias, com estas estruturas algumas vezes distendendo as células em uma forma falsiforme característica.

### **Oncocercose**

A **oncocercose** é uma doença filarial (um tipo de verme parasita) transmitida pela mosca preta (vetor). O parasita desta doença é o *Onchocerca volvulus* e o vetor, *Simulium damnosum*. Embora esta doença não seja geralmente fatal, os parasitas se movem pela corrente sanguínea até o olho, onde frequentemente causam cegueira. Já que cada fêmea é capaz de botar cerca de 2.000 microfíliarias ao dia e pode residir no corpo humano por décadas (Desowitz, 1981), as vítimas podem sofrer uma sobrecarga parasítica. As moscas pretas tipicamente se reproduzem em áreas de água altamente oxigenada, sendo as rochas constantemente banhadas seu sítio de preferência. Devido a essa característica, a oncocercose é, muitas vezes, chamada de “cegueira do rio”.

## **DOENÇAS TRANSMITIDAS ATRAVÉS DO CONTATO DIRETO**

Doenças de contato direto são geralmente transmitidas pela rota dos perdigotos, quando tossidas, espirros ou contato simples com a respiração das vítimas podem servir para passar os agentes causadores da doença. Muitas das doenças transmitidas por esta rota são específicas dos humanos, embora este não seja sempre o caso.

Muitas doenças de contato direto apareceram em associação ao surgimento da agricultura intensiva e à resultante alta densidade humana em regiões diferentes do planeta (McKeown, 1988). Estas doenças são transmitidas para outras populações humanas quando o contato é feito e elas podem se mostrar devastadoras para novas populações hospedeiras.

### **Epidemias em Populações Virgens**

Quando uma doença é introduzida pela primeira vez, nenhum indivíduo possui imunidade prévia e, assim, todos se encontram susceptíveis à infecção. Estas epidemias, chamadas de **epidemias em solo virgem**, podem ser calamitosas, com estimativas de até 90% de mortalidade em populações expostas a diversas novas doenças após o contato com povos de culturas cosmopolitas e urbanas, onde muitas doenças de contato direto são endêmicas. Estimativas altas para a mortalidade depois do contato com determinados tipos de doenças (sendo a varíola e o sarampo citados como os principais assassinos).

## **DOENÇAS TRANSMITIDAS PELA VIA SANITÁRIA**

Doenças transmitidas por rotas sanitárias têm sido problemas de pessoas pobres, já que elas se dispersam através da ingestão de alimentos e de água contaminados. Um dos principais meios de transmissão de tais doenças é a “rota fecal-oral”, na qual os parasitas são passados de uma pessoa a outra através da contaminação da água e dos alimentos. Tal contaminação pode ocorrer através de vetores mecânicos, como moscas que pousam em alimentos, ou através da mistura de excrementos com a água que será bebida,

como ocorre quando uma população depende de uma única fonte de água para diversos propósitos.

## **DOENÇAS TRANSMITIDAS ATRAVÉS DE CONTATO ÍNTIMO**

Doenças transmitidas através do contato íntimo consistem principalmente de doenças sexualmente transmissíveis, mas também de doenças transmitidas através de fluidos corpóreos em geral, sejam eles sangue, saliva ou sêmen, ou através do contato direto com a pele. Assim, estas doenças são muito influenciadas pelas morais sexuais, bem como por outros tipos de comportamento relacionados com a troca de fluidos corpóreos, tais como o compartilhamento de agulhas no uso de drogas ilícitas, a esterilização imprópria de equipamentos médicos ou até mesmo o transplante de órgãos do corpo.

### **Treponematoses**

Treponematoses consistem de diversas condições patológicas causadas por espiroquetas (um tipo de bactéria) do gênero *Treponema*. Espécies diferentes de *Treponema* são acusadas de causar diferentes condições, mas há dúvidas se eles são realmente espécies diferentes ou se, na verdade, as doenças são causadas por bactérias variadas (Wood, 1979). Em geral, as treponematoses são doenças de pele, embora possam envolver outros tecidos. Quatro formas principais de treponematoses são a sífilis venérea, a bolba, a pinta e a sífilis não-venérea (ou endêmica), algumas das quais são mortais.

### **AIDS**

O agente da AIDS é conhecido como vírus da imunodeficiência adquirida (HIV). O HIV é um **retrovírus**, o que significa que sua informação genética é carregada em uma molécula de RNA, em vez de DNA. A informação do RNA é copiada na molécula de DNA através da utilização de uma enzima especial chamada de transcriptase reversa, e o DNA resultante incorpora-se ao DNA do hospedeiro. Este DNA, em algum momento, se replica em moléculas de RNA que se tornam parte de novos vírus ou decodificam proteínas necessárias à replicação do HIV (Stine, 1993).

**Os Efeitos da AIDS.** O HIV infecta células do corpo humano que contêm certos tipos de proteínas, chamadas de CD4 ou de receptor de antígenos T4, em sua superfície. As principais células que possuem este tipo de receptor de membrana são as T4, ou ajudantes T. Estas células são um elemento importante do sistema imunológico, ajudando a reconhecer vírus, fungos e outros parasitas. Infecções longas levam à destruição das células T4 e a vítima se torna susceptível a muitos patógenos que estas células ajudam a combater. Assim, o indivíduo sofre de uma deficiência de seu sistema imunológico, sucumbindo a uma ou muitas infecções oportunistas.

## **CONCLUSÃO**

Os dois estressores discutidos foram, e são, grandes forças seletivas sobre a populações humanas. Os médicos, felizes, proclamaram a chegada do final das doenças infecciosas, iludidos pelo sucesso dos antibióticos e das vacinas.

A evolução da resistência aos antibióticos em patógenos humanos e as flutuações genéticas que derrubam nossas tentativas de criar vacinas efetivas causaram a emergência de velhas doenças no mundo desenvolvido.

Os efeitos da má-nutrição e de doenças parasíticas que exacerbam os efeitos da subnutrição podem ser especialmente prejudiciais para as crianças. Há evidências abundantes de que a má-nutrição crônica em crianças pode ter efeitos sérios sobre o desenvolvimento mental, com as habilidades intelectuais inibidas por toda a vida (Brown e Pollitt, 1996). É possível que tal debilitação mental possa causar dificuldade quanto à obtenção de recursos quando o indivíduo for um adulto, o que cria o cenário para a má-nutrição da próxima geração.

A fome e a peste continuam sendo dois cavaleiros do apocalipse, cavalgando muito perto de seus outros colegas cavaleiros, a guerra e a morte. Os humanos se adaptaram a estes dois estressores montados tanto comportamental quanto biologicamente, mas se confrontam com adversários vivos que também se adaptaram aos humanos. É uma “corrida” evolutiva na qual a adaptação pode ser vista como um processo, em vez de um estado perfeito.

## **PARTE 10 – MODERNIZAÇÃO, ESTRESSE E DOENÇAS CRÔNICAS**

A adaptação humana foi apresentada até aqui envolvendo a criação de microambientes mais agradáveis e dependendo de respostas biológicas somente quando o estresse macroambiental não é totalmente resolvido através dos meios comportamentais. Para o ambiente urbano moderno, com o qual a maioria de nós lida diariamente, esta aproximação à adaptabilidade humana é inadequada. Na verdade, muitos dos estressores com os quais temos de lidar são nossas próprias criações. O microambiente urbano possui muitos estressores, desde a poluição, o crime, os engarrafamentos até as provas pelas quais os estudantes têm de passar, que estão muito pouco relacionados ao macroambiente no qual nosso ambiente urbano se localiza. Enquanto estes estressores podem diferir daqueles que foram considerados nos capítulos anteriores, eles são, todavia, estressores, e a permanência da espécie humana a longo prazo depende de nossa habilidade de lidar com estes desafios ambientais auto-induzidos.

### **PRINCIPAIS DOENÇAS CRÔNICAS EM POPULAÇÕES MODERNIZADAS**

A prevalência de grandes doenças crônicas aumenta em populações que mudam de um modo de vida tradicional para um modernizado.

#### **Câncer**

**Câncer** é o termo utilizado para uma condição na qual há um crescimento incontrolado de células do corpo. Há muitas formas de câncer, com muitas causas diferentes. Em geral, entretanto, as células se tornam cancerosas devido a mutações que alteram os genes que controlam o crescimento e a reprodução celulares. Essas mutações podem “ligar” alguns genes (chamados de oncogenes) ou “desligar” outros (genes supressores do câncer).

#### **Hipertensão**

**Causas da Hipertensão.** A **hipertensão** é mais um sintoma do que uma doença, definida como a persistência de alta pressão arterial. A hipertensão pode ser causada por doenças, tais como os problemas de deficiência dos rins. Entretanto, para a vasta maioria dos casos de hipertensão, geralmente classificados de primários, ou “essenciais”, nenhuma causa específica é conhecida. Em geral, qualquer fator que aumente o volume de sangue ou que diminua o volume interno dos vasos sanguíneos, aumentará a pressão sanguínea. Isso representa um número enorme de fatores possíveis, desde a ingestão de fluidos e eletrólitos até a transpiração, a temperatura ambiental, a atividade física e a ativação do sistema nervoso simpático, dentre muitos outros. A hipertensão está relacionada ao seguinte: idade, sexo (homens apresentam um risco maior), situação socioeconômica (pessoas mais pobres apresentam mais risco), hereditariedade, dieta, peso e quantidade de gordura corpórea, estresse e mudanças sociais abruptas.

### **Doenças do Coração**

As doenças do coração, em todas as suas formas, são a principal causa de mortes nos Estados Unidos e no mundo desenvolvido como um todo. A principal forma de doença do coração é aquela das artérias coronárias, os vasos que fornecem sangue ao músculo cardíaco. A doença da artéria coronária envolve lesões ateroscleróticas dos vasos. A **aterosclerose** se refere à existência de depósitos duros de lipídios, chamados de **placas**, na parede interior das artérias. Estas placas podem aumentar e causar coágulos em sua superfície, levando a uma oclusão parcial ou total do vaso sanguíneo. Quando a oclusão ocorre nas artérias coronárias, o fornecimento de sangue para uma porção do coração pode ser bloqueado, levando a um ataque do coração.

### **Diabete Melito**

A **diabete melito** é uma desordem que envolve a incapacidade do corpo de metabolizar carboidratos de uma maneira normal. Esta incapacidade é devida à falta de habilidade de produzir e utilizar o hormônio insulina. A **insulina** é produzida por células beta no pâncreas, sendo a produção estimulada pelo aumento dos níveis de açúcar no sangue. A insulina é liberada na corrente sanguínea, por onde é transportada para todo o corpo, ligando-se a receptores químicos localizados na porção externa das membranas das células em todos os tecidos. A entrada de açúcar nas células leva ao declínio dos níveis do açúcar no sangue e ao término do estímulo para a produção de insulina. Finalmente, boa parte da insulina circulante é retirada do sangue através do fígado.

### **A Modernização e as Doenças Crônicas**

As evidências que acabamos de apresentar mostram somente que as taxas de doenças crônicas são aumentadas em populações que vivem em ambientes modernizados, mas este fato sozinho não identifica os fatores verdadeiros envolvidos nas causas das doenças. Agora nos voltaremos para alguns dos fatores em condições modernizadas que, possivelmente, apresentam um papel causal sobre o desenvolvimento de doenças crônicas. Especificamente, consideraremos brevemente três fatores: a poluição, o estresse generalizado e a adiposidade.

## **POLUIÇÃO**

Uma definição preliminar de **poluição** é um recurso que está “fora de lugar” no ambiente, em grande ou pequena quantidade a partir da perspectiva de comunidades ecológicas específicas. Uma das principais conexões entre população e doença parece estar na exposição a grandes concentrações de certos produtos químicos elaborados em processos industriais e altas taxas de certas formas de câncer. Três das principais formas de poluição são: ar, água e lixo sólido.

## **ESTRESSE GENERALIZADO E DOENÇAS CRÔNICAS**

### **Uma Definição do Estresse Generalizado**

Segundo esta visão, o estresse generalizado é uma variável cognitiva, quando as percepções do indivíduo sobre um dado estímulo determinam se a reação biológica ao estresse ocorrerá (Pearson et al., 1993). Alguns acreditam que o estímulo deva ser visto como uma ameaça de algum tipo difícil de lidar (Lazarus, 1966, 1993) e, assim, cria-se uma demanda por adaptações. Uma ameaça neste contexto é qualquer coisa que possa atrapalhar a homeostase, o funcionamento normal do corpo. O que é percebido pelo corpo. O que é percebido pelo corpo como estressor para um indivíduo não necessariamente o é para outro, já que as pessoas diferem quanto ao que é visto como ameaça e ao que é visto como fácil ou difícil de lidar.

### **Estresse Generalizado e o Ambiente Urbano**

Sempre se assumiu que a vida urbana em ambientes modernizados está associada a grandes quantidades de estresse generalizado. Psicólogos e fisiólogos modelaram os estressores urbanos em pesquisas de laboratório (conforme Frankenhaeuser, 1973; Glas e Singer, 1972) e demonstraram que os problemas relacionados ao ambiente modernizado, desde o barulho até burocracias, levam a respostas biológicas ao estresse sofrido pelos indivíduos. Pesquisas que se concentram diretamente em pessoas e suas vidas diárias normais em condições modernizadas são menos comuns, em parte devido à dificuldade de criar projetos que tenham significado científico e que ofereçam a possibilidade de controle sobre a miríade de fatores que podem levar às respostas ao estresse.

## **ADIPOSIDADE E DOENÇAS CRÔNICAS**

Outro risco à saúde associado aos ambientes modernizados é a tendência de aumento da **adiposidade** (quantidade de gordura corpórea). Na verdade, em muitas populações modernizadas, uma grande porcentagem de pessoas é obesa (muito gorda), embora isto não seja verdade para todas as populações (Baker, 1984).

## **CONCLUSÃO**

A evidência nos persuade de que a modernização leva ao aumento sério das taxas de doenças crônicas, sendo os aumentos relacionados à poluição, ao estresse generalizado e à adiposidade. Este aumento das doenças pode refletir

a falha das adaptações humanas devido à rapidez das mudanças ambientais representada pela modernização. Talvez realmente habitemos corpos adaptados à vida na idade da pedra, como caçadores-coletores ou como agricultores primitivos. Certamente, dado o longo tempo de geração dos humanos, os poucos milênios de vida em centros urbanos ainda não forneceram tempo suficiente para grandes mudanças genéticas. Quando se considera que muitas mudanças da modernização poder ser medidas em períodos de anos em vez de séculos e milênios, é razoavelmente possível que algumas adaptações genéticas tenham se tornado obsoletas. A reação do “lute ou fuja” nos ajuda a fugir de um leão, mas ela nos ajuda a lidar com o tráfego urbano? O aumento do esforço cardiovascular não possui função quando entramos em um automóvel e pode levar ao aumento do risco de desenvolvimento de doenças.

A rapidez da modernização pode também superar a habilidade de uma população de modificar suas adaptações comportamentais. Para os indivíduos, os comportamentos e valores aprendidos na infância podem não ter mais significado em uma sociedade modificada quando eles atingem a maturidade. Pode-se imaginar também que as adaptações biológicas de desenvolvimento podem se tornar perigosas para os indivíduos quando seus ambientes se modificam rapidamente. A mudança rápida em qualquer ambiente leva a dificuldades sérias para a comunidade biológica residente. Não é surpresa que os humanos necessitem lidar com as mudanças ambientais através da mudança de seus próprios meios básicos de adaptação. Com a modernização, a mudança rápida parece ser a única constante e, portanto, as habilidades adaptativas humanas podem enfrentar desafios sérios no futuro.

## **PARTE 11 – RECURSOS NATURAIS E ECOLOGIA DE COMUNIDADES**

Todos os organismos precisam de substâncias, chamadas de recursos naturais, obtidas do meio ambiente, a fim de sobreviver e reproduzir-se. Esses recursos naturais incluem alimento, água e, frequentemente, algum tipo de proteção contra agentes de estresse do meio ambiente, sejam eles físicos, tais como temperaturas extremas, ou biológicos, predadores ou parasitas. Pode-se incluir, também, entre recursos naturais, os parceiros sexuais, os materiais ou o território necessário para fins de reprodução, abrangendo desde a sedução de um (a) parceiro (a) até a proteção da prole.

### **EFICIÊNCIA E RISCO NO USO DE RECURSOS**

#### **Recursos Naturais Renováveis e Não-Renováveis**

Ao lidar com populações humanas, precisamos distinguir entre recursos naturais **renováveis** e **não-renováveis**. Como está implícito nos próprios termos, um recurso renovável pode ser repostado (por exemplo, o oxigênio), ao passo que o não-renovável não pode (por exemplo, combustível fóssil). Essa distinção é um pouco artificial, uma vez que todos os recursos são renováveis, se lhes for concedido tempo suficiente. Combustíveis fósseis, em geral vistos como não-renováveis, na verdade são renováveis, caso se queiram esperar os milhões de anos necessários para criar petróleo novo.

#### **O Papel da Tecnologia e o Uso dos Recursos Naturais**

A tecnologia é um ponto central quando nos confrontamos com o uso e o abuso dos recursos naturais. A tecnologia atual pode permitir o uso de recursos naturais anteriormente impossíveis de serem obtidos. Na verdade, a maior diferença entre os povos tradicionais e os grupos modernizados, no que se refere ao abuso dos recursos naturais, parece ser a escala em que se processam as atividades humanas; populações modernizadas são de tamanho muito maior e dispõem de tecnologia mais complexa, e por essa razão são capazes de causar maiores danos que as populações tradicionais, isso tanto no passado como no presente.

## **PRINCIPAIS TIPOS DE PADRÕES DE SUBSISTÊNCIA HUMANA**

Comida é um recurso natural essencial para todas as populações humanas e tem merecido atenção especial por parte dos estudiosos da ecologia humana, em particular dos ecólogos culturais. Os sistemas de subsistência podem ser divididos em quatro tipos principais: o forrageio, o pastoralismo, a horticultura e a agricultura intensiva. No interior de cada uma dessas categorias maiores encontram-se diversas atividades de subsistência, havendo, porém, relacionados ao uso humano dos recursos naturais, alguns pontos que são comuns aos quatro tipos principais.

### **Forrageio**

O **forrageio** refere-se a atividade de subsistência que dependem de recursos alimentares não cultivados para formar a parte principal do suprimento alimentar. Usualmente, isto implica uma combinação de coleta de plantas não cultivadas com atividades de pesca ou de caça a animais selvagens. Até cerca de 12 mil AP, todos os humanos eram caçadores-coletores; agora, porém, só uma minúscula proporção de humanos pode ainda ser classificada nesse tipo de subsistência.

### **Pastoralismo**

O termo **pastoralismo** refere-se à dependência do pastoreio de animais domesticados como a principal fonte de recurso alimentar de uma sociedade. Assim como os caçadores-coletores, os **pastoralistas** contemporâneos apresentam uma larga diversidade cultural e são encontrados em muitos ambientes diferentes. A exemplo dos caçadores-coletores, os **pastoralistas** modernos são mais encontrados em ambientes um tanto marginais, onde as colheitas de alimentos não são tidas como certas ou não podem ser produzidas em quantidade suficiente para dar conta das necessidades de recursos naturais do grupo. Esses ambientes incluem pastagens áridas, montanhas altas e algumas regiões subárticas.

### **Horticultura**

A agricultura de subsistência com o uso de ferramentas simples e sem o emprego de técnicas complexas de irrigação e fertilização é denominada **horticultura**. Embora os ecólogos culturais usualmente se refiram à horticultura como um dos principais tipos de subsistência, diferente da agricultura intensiva, em que comumente se faz uso de ferramentas sofisticadas, irrigação e fertilização, a diferença entre esses dois tipos de



subsistência baseia-se mais em grau do que em uma clara distinção qualitativa. Há diferenças de ordem geral, no entanto. As práticas horticuloras ocorrem em áreas menores de terra do que as da agricultura intensiva – em roças, não em campos. Um lote de terra usado para horticultura fica esgotado por longos períodos após ter sido usado, ao passo que as técnicas da agricultura intensiva permitem que os períodos de esgotamento e renovação sejam mais curtos ou mesmo inexistentes. Os horticultores em geral trabalham menos arduamente do que o fazem os agricultores intensivos, a menos que estes últimos possam usar combustíveis fósseis para fazer parte do trabalho para eles, mas os horticultores não conseguem produzir a mesma quantidade de comida numa dada área de terra. Isto não significa que os horticultores sejam preguiçosos, ignorantes ou ineficientes. Pelo contrário, os horticultores têm mantido atividades de agricultura em regiões onde as técnicas intensivas se mostraram desastrosas.

### **Agricultura Intensiva**

**Agricultura intensiva** representa um impacto humano muito maior sobre o meio ambiente natural. Tecnologia e trabalho são usados para criar sistemas ecológicos artificiais, com plantas e animais domesticados chegando a suplantam a comunidade nativa, e o uso humano de fertilizantes e de sistemas de irrigação suplantando os ciclos nutrientes naturais. Na verdade, em alguns lugares, toda a paisagem foi redesenhada pela população, com a criação de terraços, elevações de níveis, construção de diques e outras mudanças significativas para a geografia natural de uma região.

## **ECOLOGIA DE COMUNIDADES**

Em ecossistemas, as necessidades de recursos naturais formam a base para importantes conexões entre as populações. Especificamente, a necessidade de organismos em cadeias alimentares num ecossistema é dada em uma forma fundamental: comem ou são comidos uns pelos outros. Esses tipos de interações também ligam organismos em comunidades biológicas. A estrutura e a forma das comunidades biológicas são estudadas no campo chamado **ecologia de comunidades**.

### **A Natureza de uma Comunidade Ecológica**

Uma **comunidade ecológica** pode ser vista como um conjunto de populações de espécies que possuem um potencial para interação. Mais precisamente, uma comunidade pode ser definida como uma reunião interativa de espécies ocorrendo no interior de uma área geográfica; um conjunto de espécies cujas funções e dinâmicas ecológicas são de alguma maneira interdependentes (Putman, 1994). Essas interações incluem as de competição aberta e as relações de alimentação, bem como manifestações mais sutis, tais como a dependência de plantas por animais para polinização e para dispersão das sementes, ou de animais por plantas para fornecimento de habitat (abrigo). Como seria então de se esperar, as comunidades ecológicas existem em todos os tamanhos, formas e graus de interação de suas populações constituintes.

## **A Forma e a Estrutura das Comunidades Ecológicas**

A forma e a estrutura, ou **fisionomia**, de uma comunidade pode ser descrita em um sem-número de maneiras, cada uma avaliando aspectos um tanto diferentes, cada uma tendo certas vantagens e limitações, e, como se poderia esperar, cada uma tendo seus defensores nos círculos ecológicos.

**Formas de Crescimento.** Talvez a mais recente caracterização técnica da estrutura de uma comunidade, particularmente quando aplicada a plantas, emprega **formas de crescimento** comumente reconhecidas, tais como árvores perenes e decíduas, arbustos herbáceos, ervas e assim por diante.

**Formas de Vida.** Uma variação na forma de crescimento de uma planta, recebendo a denominação de **forma de vida**, foi desenvolvida no início do século XX pelo botânico dinamarquês Raunkiaer (1934), com base na relação entre a superfície do solo e o tecido embrionário ou regenerativo (meristemático) da planta.

**Estratificação.** Tanto a forma de vida como a forma de crescimento das plantas enfatizam a altura. Até numa olhadela casual, dada a uma comunidade de plantas, observamos diferenças nas alturas, ou **estratificação vertical**, de seus componentes. Árvores são em geral mais altas do que arbustos, que são usualmente mais altos que as ervas, e estas últimas são mais altas do que os musgos e os líquenes. As florestas tropicais caracterizam-se tipicamente por uma estratificação vertical marcante, especialmente em áreas onde o toldo protetor do topo das árvores é quebrado.

**Zoneamento.** Mudanças horizontais no meio ambiente físico se refletem em alterações nos componentes vegetais e animais das comunidades ecológicas. Pode ser encontrado em situações terrestres onde as características do solo variam, por exemplo, de condições mais úmidas para condições mais secas.

**Dispersão Horizontal.** A ocupação horizontal do espaço, ou **dispersão**, de plantas e animais também pode ser usada para descrever a estrutura de uma comunidade ecológica. Três são os padrões básicos de dispersão: aleatório, uniforme (ou regular) e agrupado (ou contagioso); dois padrões podem ser adicionados pela combinação aleatório/agrupado e uniforme/agrupado.

**Estrutura Trófica.** Outra categorização produtiva da estrutura da comunidade é o uso dos níveis tróficos (relacionados com a nutrição).

**Composição Filogenética.** Talvez uma das maneiras mais óbvias e fáceis de compreender uma comunidade seja pela identificação dos conjuntos de espécies que a constituem. Assim, uma comunidade florestal pode ser descrita por sua **filogenia** (os relacionamentos de grupos de organismos de acordo com a sua história evolutiva), como abeto, bordo ou carvalho, e uma comunidade animal como microartrópodes do solo, peixes bentônicos, insetos voadores e assim por diante.

## **ASPECTOS FUNCIONAIS DAS COMUNIDADES**

Por consistirem de organismos vivos, as comunidades não são entidades estáticas. Como as espécies que as compõem, as comunidades são dinâmicas e sofrem mudanças mais ou menos constantes da fisionomia e composição devido a mudanças tanto no meio ambiente como nas características dos ciclos de vida dos próprios organismos.

### **Mudanças Sazonais**

Por causa da mudança na inclinação do eixo da terra em relação ao sol, ao longo de 12 meses, a radiação solar total recebida em uma dada latitude geográfica varia em diferentes épocas do ano.

## **VARIABILIDADE TEMPORAL AFETANDO OS RECURSOS NATURAIS**

As comunidades mudam ao longo do tempo. Essas mudanças, possivelmente, se devem - a cataclismos raros tais como erupções vulcânicas ou a fatores estressantes menos raros, porém difíceis de prever, como incêndios nas florestas, furacões ou estressores antropogênicos; ou a mudanças periódicas no meio ambiente, tais como mudanças sazonais, assim como modificações induzidas pela própria comunidade. Tomadas isoladamente, as comunidades tendem a seguir padrões de mudança bem previsíveis, chamados de **sucessão**.

## **PERTURBAÇÕES E SUCESSÃO**

As séries de mudanças em comunidades observadas em ambientes recentemente criados, tais como novas ilhas, são denominadas **sucessão primária**. **Sucessão secundária** é o termo usado para as mudanças sequenciais que ocorrem quando uma comunidade ecológica estabelecida é perturbada e subseqüentemente passa por mudanças em sua estrutura e função. Se a seqüência secundária segue o padrão da primária, depende de uma série de fatores abióticos ou bióticos tanto de agentes da perturbação quanto de componentes da comunidade em "re-desenvolvimento". Entre os primeiros estão os incêndios, tempestades de gelo, inundações, secas, ventanias, deslizamento de terras e grandes ondas. Entre os fatores bióticos estão interações diretas tais como transformação em pasto, caça predatória, competição, infecção (doença) e os efeitos indiretos da modificação causada no hábitat por atividades como a escavação de tocas por vermes da terra e roedores ou o represamento de cursos de água por castores. Muitas ações humanas têm consideráveis consequências: terraplanagem, construção e poluição.

## **MUDANÇAS PERIÓDICAS EM COMUNIDADES ECOLÓGICAS**

### **Mudanças Sazonais em Recursos Naturais**

Muitos organismos, sejam eles migratórios ou não, apresentam padrões sazonais de mudanças no uso de recursos naturais. De fato, a estrutura

comunitária pode mudar significativamente no curso de um ano. No extremo, os organismos irão abandonar ou reduzir grandemente sua aquisição de recursos naturais em certas épocas do ano, passando a viver dos recursos estocados. Isto pode ser visto em animais que consomem seus estoques biológicos – tal como o tecido adiposo – em associação com torpor ou hibernação para reduzir suas necessidades de recursos naturais.

### **Mudanças Sazonais no Modo de Obter Recursos Naturais**

É óbvio que quando a fonte que um organismo possui de um dado recurso natural muda de acordo com a estação do ano, o organismo muitas vezes terá de mudar a maneira pela qual obtém esse recurso. No entanto, mesmo quando o organismo não muda sazonalmente, as características do recurso ou do *habitat* podem mudar, e assim animais devem mudar seus comportamentos para obter os recursos necessários.

### **Verticalidade dos Recursos Naturais e Ecologia Humana**

As populações humanas precisam lidar com a distribuição vertical e também com a horizontal de recursos naturais do macroambiente. Esta é uma consideração fundamental para as populações que vivem nos ecossistemas de florestas tropicais. Exceto em áreas recentemente perturbadas, muitos dos recursos naturais comestíveis das florestas tropicais, incluindo folhas, frutos e os animais que os comem, situam-se bem acima do chão, no dossel.

### **Sazonalidade na Ecologia Humana**

**Migração Humana.** Muitos grupos humanos precisam mover-se para seguir seus recursos naturais. Esse deslocamento encontra-se comumente entre os coletores e os pastoralistas, ao passo que as populações que fazem colheitas tendem a uma possibilidade menor de migração. No entanto, a migração individual ocorre em muitos grupos agricultores, como pode ser visto em trabalhadores migrantes de fazendas nos Estados Unidos e entre pessoas que se engajam na onda sazonal de empregos. **Nomadismo** é um termo reservado para o deslocamento envolvendo grupos sociais inteiros, devido à necessidade de recursos naturais. **Transumância** é outra forma de migração, encontrada em alguns grupos de pastores, na qual apenas uma parte do grupo social move-se para seguir as manadas, enquanto os outros membros do grupo permanecem em acampamentos permanentes.

### **Mudança Sazonal nos Recursos Naturais Entre Populações Humanas.**

Muitos grupos humanos que são não-migratórios precisam ainda fazer ajustes em relação às mudanças sazonais na disponibilidade de recursos naturais. As mudanças podem ter a ver com variabilidade temporal tanto na quantidade como no tipo de recursos. Para caçadores-coletores, isso envolve ajustar-se a mudanças sazonais nos recursos vegetais e animais para a dieta. Muitas dessas mudanças têm relação com os ciclos reprodutivos de plantas e animais, inclusive insetos. Para os agricultores, os ciclos sazonais giram em torno de estações de plantio e de colheita. Nos países em desenvolvimento, muitas pessoas nas áreas rurais têm de encarar a diminuição de alimentos nos meses imediatamente anteriores à colheita, o que provoca perda de peso corporal devido ao uso das reservas biológicas (Ferro-Luzzi e Branca, 1993). As

populações humanas têm muitas estratégias para lidar com a sazonalidade dietária, incluindo a estocagem dos alimentos, relações de comércio com outros grupos (Messer, 1989) e um calendário de plantio que supra o cambiante tempo do início das colheitas (Huss-Ashmore, 1993). A sazonalidade dos recursos alimentares também provoca mudanças sazonais em outras atividades econômicas (Harrison, 1988), levando a diferentes padrões de atividade física. As mudanças sazonais de atividade podem provocar alterações na necessidade de alimentos no decorrer de um ano.

## **CONCLUSÃO**

Os humanos precisam equilibrar entre si a efetividade, a eficiência e o risco na obtenção de recursos naturais, mas têm também de equilibrar considerações de curto e de longo prazo. As grandes populações e a tecnologia complexa dos povos modernos levaram a um enorme aumento no uso dos recursos naturais, com a taxa de uso frequentemente excedendo a taxa de renovação dos recursos no meio ambiente. Por toda a história e pré-história da humanidade, o desafio tem sido obter uma quantidade suficiente dos vários recursos essenciais. Podemos estar alterando o desafio ecológico para transformá-lo em prevenção do super consumo.

De modo claro, estão na ordem do dia os apelos para estratégias de uso dos recursos naturais que maximizem os ganhos sustentados. Essa mudança da otimização de ganhos de curto prazo para ganhos de longo prazo precisa de alterações que vão para além da ecologia humana: vai requerer a criação de sistemas econômicos sustentáveis (Owen e Chiras, 1995). Mudar para sistemas sustentáveis implica alterações políticas e socioculturais (Bennett, 1976), assim como uma mudança de valores referente ao relacionamento entre humanos e a natureza (Owen e Chiras, 1995), ao menos para a maioria das pessoas. A questão é se os humanos podem fazer essas mudanças antes que a degradação a longo prazo de extensas áreas da biosfera aconteça.

Apesar de serem desencorajadoras as observações de que até mesmo grupos de caçadores-coletores tendem a optar por ganhos de curto prazo, as pesquisas de opinião pública nos anos 90 mostraram que a maioria das pessoas apoia os esforços ambientalistas em geral. As provas do sucesso de programas ambientalistas nos países desenvolvidos começam a se acumular, com ar e água mais puros, assim como taxas rebaixas de aumento no uso per capita de alguns recursos naturais entre os anos 60 e 90 (Easterbrook, 1995). Assim, o uso humano contemporâneo dos recursos naturais se nos apresenta com uma combinação de otimismo e preocupação. Os humanos modernos estão começando a mudar para uma visão de longo prazo do uso dos recursos naturais, mas devemos imaginar se a mudança pode ocorrer suficientemente rápido para contrabalançar a rapidez de nosso crescimento populacional e a crescente capacidade tecnológica para explorar o meio ambiente em detrimento de nós mesmos.

## **PARTE 12 – BIOMAS E POPULAÇÕES HUMANAS**

### **INTRODUÇÃO**

Há duas maneiras comuns pelas quais os ecólogos humanos classificam as populações humanas. O primeiro método, baseado na ecologia cultural. Os inuit e os mbuti são, ambos, exemplos de forrageadores, porém, é muito complicado argumentar quanto às similaridades entre suas adaptações ecológicas.

Os **biomas** são os grandes ecossistemas terrestres do mundo que ocorrem nas principais áreas regionais ou subcontinentais. Desertos, florestas pluviais e savanas são exemplos de biomas, bem como o são florestas tropicais e decíduas. Ao classificarmos as populações humanas a partir de seus biomas, a ideia é de que grupos humanos em um dado bioma necessitam lidar com as mesmas espécies de problemas ecológicos.

## **CARACTERÍSTICAS E ORGANIZAÇÃO DE BIOMAS**

Embora alguns ecólogos reconheçam dez ou mais biomas, iremos nos concentrar em seis: a tundra, a floresta boreal ou de coníferas, a floresta decídua, os cerrados e savanas, o deserto e a floresta pluvial tropical. Esta sequência segue, mais ou menos, uma direção ao sul, desde o pólo norte até o equador.

Em montanhas altas, tais como as Rochosas americanas, os Andes e o Himalaia, as linhas de divisão entre os biomas são de altitude e não de latitude. Os biomas encontrados em uma dada altitude também variam em relação às suas latitudes.

### **O Papel do Clima e do Solo na Distribuição dos Biomas**

O clima, ou seja, a interação da temperatura e das chuvas que prevalecem por períodos longos de tempo, tem o papel mais significativo sobre a determinação da localização dos biomas. Como você bem sabe, a temperatura está associada diretamente à latitude, sendo o norte mais frio e o sul, mais quente, no hemisfério norte, com o reverso ocorrendo no hemisfério sul. Grandes padrões de ventos, os quais estão associados às latitudes, são os responsáveis, em larga escala, pela distribuição das precipitações. O tipo de solo também tem um papel principal, mas menos crítico, sobre a distribuição dos biomas, primariamente graças à interação com as plantas na ciclagem dos nutrientes.

## **OS PRINCIPAIS BIOMAS DO MUNDO**

### **Tundra**

**A Ecologia da Tundra Ártica.** A **tundra**, que significa “planície pantanosa”, fica, em sua maior parte, ao norte da latitude 60 N e constitui cerca de 20 % da América do Norte, incluindo ao redor de 2,5 milhões de Km<sup>2</sup> da Groenlândia e 0,3 milhões de Km<sup>2</sup> do Alasca (Bliss, 1988). Ela parece a cobertura de um sorvete sobre o norte da Europa e da Ásia. Embora haja diferenças consideráveis de clima, cobertura de gelo, solos, tamanho da flora e composição das comunidades vegetais, a tundra ártica pode ser caracterizada pela ausência de árvores, pela predominância de plantas anãs (de 5-20 cm de altura) e pela camada superior do solo, muito poroso e distinto, como resultado dos congelamentos e drenagens desta terra pobre.

## O Bioma da Floresta Boreal

**Ecologia do Bioma da Floresta Boreal.** O bioma da **floresta boreal**, ou de coníferas, também é conhecido como **taiga** e como “as grandes florestas do norte”. Ela se localiza amplamente entre as latitudes 45°N e 57°N, mas se estende para o sul em uma porção mais alta da do leste dos Estados Unidos e em outros locais. Ela ocupa uma porção substancial do norte da Europa e cerca de 80% do que antes era conhecido como a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas na Ásia.

O clima vai de frio a gelado, como invernos longos e verões curtos, sendo que a média de temperatura mensal varia de -10°C, no inverno, até 15°C, no verão. As precipitações são maiores que aquelas observadas na tundra e ocorrem, principalmente, no verão; a média anual é de cerca de 60 cm.

## O Bioma das Florestas Temperadas Decíduas

**Ecologia do Bioma das Florestas Temperadas Decíduas.** O bioma de **florestas decíduas** é o mais afetado pela habitação humana, primariamente porque, dentro de seus limites, ele confinou a maior parte das populações por milênios, como consequência do clima mais favorável. Este bioma ocupa a maior parte da metade leste dos Estados Unidos e da Ásia e praticamente toda a Europa.

Embora o clima do bioma das florestas decíduas varie consideravelmente de norte a sul e de leste a oeste, ele é geralmente moderado, com verões frios a quentes, com um período definido de inverno, caracterizado pela neve e pelo congelamento no norte, e pelo frio e pela chuva nas porções mais ao sul. A média anual de chuvas é de 80 cm a 150 cm. As temperaturas mais quentes do verão resultam em uma decomposição mais rápida, assim, menos “serrapilheira” é acumulada no chão da floresta e o solo é mais rico em nutrientes do que nos biomas de floresta boreal e ártico.

## O Bioma do Deserto

**Ecologia do Bioma do Deserto.** O **deserto** é tipicamente caracterizado por terras permeadas de arbustos nos quais as plantas encontram-se dispersas com muito solo nu entre elas. O “creosote bush”, a planta dominante dos desertos do sudoeste dos Estados Unidos, pode se apresentar em intervalos de espaço de 5 a 10 metros. Os desertos ocupam cerca de um quinto da superfície da Terra e são encontrados em todos os continentes. Para comparações de tamanho, o deserto do Saara tem aproximadamente o tamanho dos Estados Unidos, e o grande deserto de Gobi, na Ásia, é ainda maior.

A aridez, em vez da temperatura, descreve melhor o clima dos desertos. A precipitação é baixa e errática, geralmente menor que 25 cm por ano, sendo que a maior parte ocorre nos meses de inverno. Em níveis mais extremos, o Saara recebe menos de 15 cm de chuva ao ano; sua porção central e o deserto ao norte do Chile recebem menos que isso. A partir de uma perspectiva da temperatura, há desertos frios e quentes: os quentes incluem o Saara, o Negev e o deserto arábico do Oriente Médio, o deserto da Austrália e os de Mojave e Sonora, na América do Norte. O deserto da Grande Bacia norte-americana e as

porções ao norte do deserto de Gobi são exemplos de desertos frios. Em ambos os tipos de desertos, as temperaturas do ar e do solo demonstram diferenças dramáticas entre a noite e o dia. A temperatura do ar em um deserto quente pode chegar a 15°C à noite e a 40°C ao meio-dia, enquanto a temperatura da superfície, no mesmo período, pode variar de 0°C a 65°C.

## **O Bioma das Florestas Tropicais**

**A Ecologia do Bioma de Floresta Tropical.** As florestas tropicais pluviais ocorrem a 10° ou mais ao norte ou ao sul do equador nas Américas Central e do Sul, na África central e oriental, no sudeste asiático, no leste indiano e no nordeste australiano, além de ilhas oceânicas, geralmente dentro destas mesmas latitudes. Cerca de 40% da massa tropical e subtropical da Terra é dominada por florestas abertas e fechadas: destas, 42% são florestas secas, 33% são florestas úmidas e somente 25% são de florestas tropicais pluviais (Murphy e Lugo, 1986).

As florestas tropicais pluviais estão entre os ecossistemas mais antigos. Evidências fósseis na Malásia e em muitos outros locais sugerem que elas têm existido continuamente por mais de 60 milhões de anos (Richards, 1973). Elas possuem uma considerável significância ecológica devido à sua influência sobre o clima, ao balanço de carbono e de poluentes atmosféricos e aos seus diversos conjuntos de espécies, que representam grande potencial como novas fontes de alimentos, de fibras e de produtos medicinais e industriais (Jordan, 1985).

## **CONCLUSÃO**

O uso de biomas como ferramenta de classificação pela ecologia de comunidades se provou útil. Há generalizações dentro dos biomas com relação ao clima e às estruturas fundamentais das comunidades. Os biomas também são úteis para a classificação de desafios ecológicos impostos às populações humanas. Entretanto, devemos ser cuidadosos para não transformar a ferramenta em algo heurístico (ou, em português claro, não devemos assumir que uma ferramenta classificatória, criada para simplificar um mundo complexo, de alguma forma se tornou uma representação do mundo real). Apesar de acreditarmos que o “demônio vive nos detalhes” e, portanto, de usarmos exemplos específicos, também temos a crença de que o conhecimento requer generalizações.

## **PARTE 13 – ENERGÉTICA ECOLÓGICA**

### **INTRODUÇÃO**

O fluxo energético unidirecional em ecossistemas é um dos princípios ecológicos mais fundamentais. A energia proveniente do sol é captada pela clorofila (e alguns outros pigmentos) de algas verdes e de plantas em um processo conhecido por fotossíntese. Estes receptores de energia são coletivamente conhecidos como produtores. Parte da energia por eles capturada é usada em seu próprio metabolismo, desenvolvimento e reprodução, e parte é repassada aos consumidores, diretamente para os



herbívoros e, indiretamente, destes para os carnívoros. Os consumidores também se utilizam de parte desta energia em seu metabolismo, desenvolvimento e reprodução/ uma porção de sua energia, junto com parte da energia dos produtores, é passada aos decompositores (bactérias e fungos). Este fluxo unidirecional de energia reflete-se na cadeia alimentar. Associados ao fluxo energético, os nutrientes se movem nos ecossistemas, porém, de maneira cíclica. Nutrientes como o carbono e o nitrogênio são caracterizados por seus ciclos gasosos, enquanto outros, como o fósforo e o enxofre, possuem gases sedimentárias de curta ou longa duração.

## **RADIAÇÃO SOLAR**

A **radiação solar** produz diretamente o aquecimento da Terra, bem como o ponto de partida do fluxo energético em ecossistemas através do processo de fotossíntese. Sua qualidade (por exemplo, o comprimento de onda ou sua cor), intensidade e duração são fatores críticos para a atividade biológica.

### **Energia Solar**

O sol é, essencialmente, um reator termonuclear que converte o hidrogênio em hélio, um processo que libera uma quantidade tremenda de energia radiante na forma de ondas eletromagnéticas. Estas emissões variam desde as de alta frequência, como os raios gama e X (ambos de ondas curtas), até as de baixa frequência, como as ondas do rádio (longas). Embora a energia se espalhe por este espectro amplo, 99% dela se encontra entre os raios ultravioleta e infravermelho (comprimentos de onda de 0,136 até 4,0 micra); somente cerca da metade desse valor é visível a nós (0,38 a 0,77 micra), a porção mais crítica para a maioria dos seres vivos.

Do total energético liberado pelo sol, somente 0,2 milionésimos dessa quantia atingem a atmosfera da Terra, o resto é dissipado no espaço. E a porção de energia que chega na atmosfera do planeta atinge sua superfície de maneira diferenciada devido a diversos fatores. Primeiro, a rotação da Terra resulta em variações diárias que chamamos de dia e noite; segundo, devido à inclinação da Terra no plano de seu eixo do equador com relação a seu plano orbital., o fluxo de energia varia sazonalmente com a latitude; e, terceiro, mais da metade da energia solar é perdida conforme passa pela atmosfera, principalmente devido à reflexão causada pelas nuvens e pela poeira e à absorção por gases tais como o ozônio, o oxigênio e o vapor d'água, ou através da dispersão difusa.

### **Mudanças de Intensidade e de Qualidade**

**Intensidade.** A temperatura está diretamente relacionada ao grau, ou intensidade, da radiação solar. Quanto maior o grau de radiação, maior a temperatura; assim, mudanças da intensidade da luz do sol afetam diretamente tanto a temperatura quanto a atividade biológica.

**Qualidade.** As mudanças mais dramáticas da qualidade da luz solar ocorrem quando a luz penetra na água, tendo, nesse momento, sua intensidade reduzida pela absorção e pela difusão.

**Mudanças Diárias.** Já que uma grande quantidade de calor é necessária para aquecer a água (a quantidade de calor requerida para elevar a temperatura de uma dada substância em uma quantidade determinada é tecnicamente conhecida como calor específico), as mudanças de temperatura diárias são mínimas em ambientes aquáticos, tipicamente na ordem de 1°C a 2°C. Em contraste, as mudanças de temperatura do dia para a noite na terra podem ser bem consideráveis. A variação na superfície do solo vai de 18°C às 3 h e 30 min. até 65°C às 13h e 30 min., uma mudança de 47°C. E, embora a temperatura do ar a 120 cm de altura varie de cerca de 15°C a 38°C ao longo do dia, a temperatura a 40 cm sob o solo se mantém constante em cerca de 30°C.

## ENERGIA SOLAR E PRODUTORES

### Medindo a Captura de Energia Solar

Nos estudos de fluxo energético, o ecólogo está interessado tanto na taxa quanto na quantidade de fotossíntese que ocorre em um dado período de tempo em um ecossistema. A massa total de matéria orgânica que é produzida em tais condições recebe o nome de **produção** e sua taxa, **produtividade**. (Obviamente, estes termos têm seus paralelos na economia). A produção e a produtividade dos produtores são conhecidas como **produção primária** e **produtividade primária**, respectivamente; os consumidores recebem o prefixo *secundário* ou *terciário*, *herbívoro* ou *carnívoro*.

### Produtividade Bruta e Líquida

A diferença entre a produtividade bruta e a líquida é, como já foi notado, uma reflexão da quantidade da energia expendida na auto-manutenção, no crescimento, na transpiração (a evaporação da água) e na reprodução.

### Fatores que Influenciam a Produção e a Produtividade

Como você poderia esperar, muitos fatores influenciam as taxas e as quantidades de fotossíntese em qualquer ecossistema. Em adição à disponibilidade dos componentes químicos básicos da fotossíntese, mudanças de fatores físicos e biológicos exercem influência, assim como as modificações diárias e sazonais, sobre a luz, a temperatura e a umidade.

## FLUXO ENERGÉTICO ATRAVÉS DE CONSUMIDORES E DECOMPOSITORES

### Ecossistemas de Detritos

Os **ecossistemas autotróficos**, tais como o lago do pântano Cedar, dependem diretamente do influxo da radiação solar. Eles são caracterizados por uma dependência da captura de energia pelos autótrofos fotossintetizantes e, secundariamente, pelo movimento da energia capturada através do sistema realizado pelos herbívoros e pelos carnívoros. Um grande número de ecossistemas funciona desta forma e numerosos herbívoros, carnívoros e onívoros, incluindo os humanos, são, mais ou menos, completamente dependentes de tais ecossistemas autotróficos.

**Decomposição.** A decomposição de matéria orgânica ocorre em uma variedade de formas, dentre elas a lixiviação (por exemplo, com a água percorrendo o material orgânico e dissolvendo seu conteúdo mineral) e a fragmentação (a pulverização do material em partículas pequenas). Entretanto, ela ocorre primariamente através da atividade de organismos que podem, por sua vez, facilitar tanto a lixiviação quanto a fragmentação. Os agentes primários dos últimos estágios da decomposição são os micróbios (principalmente bactérias, em animais, fungos, plantas) através dos processos de seu próprio metabolismo. Para atingir suas necessidades metabólicas, os decompositores liberam enzimas digestivas em seu ambiente imediato; estas enzimas quebram alimentos complexos em compostos simples que podem ser prontamente absorvidos pelo fungo ou pela bactéria.

## **CADEIAS E REDES ALIMENTARES**

Implícito nos diagramas e nas discussões sobre o fluxo energético, seja ele através de herbívoros/carnívoros ou através da decomposição de detritos, há uma conexão entre os organismos cuja existência depende de outros, no nível trófico próximo mais baixo. Tais ligações são geralmente nomeadas de *cadeias alimentares*.

### **O Tamanho das Cadeias e das Redes Alimentares**

Também implícito no fluxo energético através de um ecossistema é que o número de níveis tróficos é limitado devido à diminuição da disponibilidade de energia resultante das ineficiências quanto à transferência de energia de um nível trófico para o outro. Se este é o caso, então, uma hipótese intuitiva que abrange o tamanho da cadeia alimentar é a de que as cadeias são maiores em ecossistemas com maior produtividade primária. Esta hipótese é conhecida como a “hipótese energética” (Hutchinson, 1959). Baseado em uma revisão dos estudos sobre os ecossistemas pobres e os altamente produtivos, entretanto, Pimm (1982) concluiu que não há evidências suficientes que sustentem a hipótese da energética.

Eles concluíram, entretanto, que as dimensões espaciais de um ecossistema estão relacionadas ao tamanho das cadeias alimentares, sendo que ambientes tridimensionais possuem cadeias maiores do que os bidimensionais. Os ambientes bidimensionais foram considerados essencialmente achatados, como a tundra, os campos, o mar, o fundo de um lago ou um ambiente intermarés; ambientes tridimensionais foram considerados sólidos, como o dossel de uma floresta ou uma coluna de água em oceano aberto.

## **PARTE 14 – A ADAPTAÇÃO HUMANA E O FLUXO ENERGÉTICO**

Para sobreviver, as populações humanas precisam “invadir” os sistemas naturais de fluxo energético nos ecossistemas onde residem. A energia é um dos componentes principais da dieta, mas suas necessidades energéticas vão muito além das preocupações da dieta. Na verdade, a maioria das atividades humanas estão relacionadas, de alguma maneira, com a energia (Harrison, 1982). Muitos antropólogos, liderados por Leslie White (1959, 1969), sugeriram

que a capacidade crescente de aquisição e de utilização de energia de nossa espécie tem sido um dos principais fatores da mudança de grupos caçadores-coletores para as sociedades modernizadas.

Estudos sobre o fluxo energético em grupos humanos examinam como a população se apropria da energia de que necessita – incluindo a comida ou o combustível – a partir do ambiente. Nesse aspecto, os humanos são muito parecidos com os demais organismos vivos, exceto pelo componente combustível. As medidas de energia em populações humanas têm três tipos (Thomas, 1974): produção, perda e consumo. A produção **energética** mede quanta energia pode ser obtida por um grupo e é equivalente à produção secundária medida para outros consumidores nas cadeias alimentares. A **perda energética** mede quanta energia o grupo usa, ou gasta, em suas diversas atividades. Ela é, geralmente, quantificada através da medida do consumo de oxigênio, o qual está relacionado com a perda energética, porque o gasto energético humano é baseado no metabolismo aeróbico. O **consumo energético** refere-se à quantidade de energia que um grupo usa, seja ela através da aquisição através da dieta ou do consumo de combustíveis. Ele é baseado, em parte, nos estudos sobre aquisições nutricionais, bem como nas medidas de consumo de combustíveis.

## **MEDINDO A UTILIZAÇÃO DE ENERGIA EM POPULAÇÕES HUMANAS**

Já que a energética humana é uma moeda corrente de recursos em uso, os ecólogos humanos devotaram muito tempo às medições de como os humanos obtêm e usam energia. Eles utilizam diversas técnicas para medir sua produção e seu consumo.

### **A Medida da Produção Energética Humana**

A produção energética é geralmente medida para um grupo, em oposição a medidas individuais, já que a maioria das pessoas coopera para obter os recursos energéticos. Um grupo pode ser chamado de uma unidade doméstica, um grupo de procura ou de outra forma de unidade social. A produção de energia per capita pode ser obtida através da média de produção do grupo, mas a participação de um indivíduo em muitos grupos e exemplos de desigualdade na divisão tornam esses cálculos mais difíceis.

Ecólogos humanos devem considerar a variabilidade sazonal da produção energética em suas medições. Observações sobre uma população em um período não podem ser extrapoladas para o ano todo. Assim, estudos sobre a energética humana, convencionalmente, duram um ano inteiro de atividade.

### **A Medida do Consumo Energético Humano**

A medição do consumo energético em indivíduos da população geralmente se refere ao valor calórico da dieta para todos os seus membros em um dado período de tempo e, portanto, às quantidades de alimento consumidas. Para obter valores precisos, todos os alimentos ingeridos por um indivíduo em um dado período de tempo devem ser pesados separadamente antes do consumo. Então, o valor calórico de cada item alimentar é derivado de uma tabela de nutrientes.

Outro método para a determinação do consumo energético é, simplesmente, pesar as pessoas em dois momentos distintos. Uma diferença de peso significa

uma diferença entre o consumo energético e o gasto energético durante o período de tempo entre as medições; assim, uma das medidas pode ser calculada se a outra for conhecida (Himes, 1991). Este método não é muito preciso, mas é útil na identificação de balanços energéticos, positivos ou negativos, em populações humanas.

### **Eficiência Energética**

Para as populações humanas, a eficiência energética é geralmente calculada como a energia produzida dividida pela energia gasta em um dado período de tempo ou em uma determinada atividade. A eficiência é uma medida do ganho energético em rede em uma dada atividade; ou seja, ela mede quanta energia um ser precisa gastar a fim de adquirir algum recurso que contenha energia.

### **CONCLUSÃO: A UTILIDADE DOS ESTUDOS SOBRE O FLUXO ENERGÉTICO PARA A ECOLOGIA HUMANA**

Os estudos sobre fluxo energético vão além das contribuições ao conhecimento sobre o uso de recursos, eles podem fornecer informações necessárias para entender a fertilidade, os padrões de crescimento físico, a variabilidade do tamanho corpóreo adulto, a capacidade de trabalho dos indivíduos e os padrões de morbidez e de mortalidade de pessoas de diversas populações (Baker, 1974). Mais amplamente, a energia é fundamental para a estrutura e para a troca de informações (Odum, 1971; Adams 1974). Assim, os estudos sobre o fluxo energético podem ser extrapolados em considerações sobre o “fluxo de informações”, o que permite o conhecimento de processos culturais que ocorrem dentro de populações (Odum, 1971). Os estudos sobre fluxo energético humano vão além da simples descrição dos caminhos da energia – eles são ferramentas para o entendimento da dinâmica adaptativa das populações humanas.

## **PARTE 15 – CICLAGEM DE NUTRIENTES EM ECOSISTEMAS**

### **INTRODUÇÃO**

A importância dos nutrientes e de sua ciclagem através dos ecossistemas tem sido discutida inúmeras vezes. Agora, é apropriado reconhecer, mais detalhadamente, os padrões cíclicos desses nutrientes, buscar os prováveis padrões existentes entre eles e, subsequentemente, considerar os efeitos resultantes das interações inadvertidas e propositais dos humanos com eles. Mas, inicialmente, uma breve introdução sobre a natureza e a importância dos nutrientes será apropriada na construção do cenário necessário para o conhecimento da importância dos processos cíclicos.

### **NUTRIENTES**

Embora os carboidratos possam ser fotossintetizados a partir do hidrogênio, do carbono e do oxigênio existentes na água e no dióxido de carbono, os compostos orgânicos mais complexos necessitam de elementos adicionais tanto em quantias consideráveis, como no caso do nitrogênio e do fósforo, quanto em quantidades mínimas, como no caso do zinco e do molibdênio.

Além disso, a fotossíntese e outras reações metabólicas, tanto em plantas quanto em animais, ocorrem na presença de enzimas que, em si mesmas, contêm uma variedade de elementos traço.

Aqueles elementos que são necessários em quantidades relativamente grandes são conhecidos como **macronutrientes**.

### **Macronutrientes**

Os macronutrientes podem ser classificados em dois grupos: (1) aqueles que constituem mais de 1% do peso orgânico seco – carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio e fósforo; e (2) aqueles que constituem de 0,2 a 1% do peso orgânico seco – enxofre, cloro, potássio, sódio, cálcio, magnésio, ferro e cobre. Em humanos, há apenas 4 macronutrientes: o hidrogênio – 63%; o oxigênio – 25,5%; o carbono – 9,5%; e o nitrogênio – 1,4% (Frieden, 1972).

### **Micronutrientes**

Os micronutrientes conhecidos incluem o alumínio, o arsênio, o boro, o brometo, o cromo, o cobalto, o flúor, o gálio, o iodo, o manganês, o molibdênio, o níquel, o selênio, o silicone, o estrôncio, o estanho, o titânio, o vanádio e o zinco. Na verdade, alguns destes micronutrientes podem ser considerados macronutrientes em algumas espécies, ao passo que alguns macronutrientes, o sódio e o cloro nas plantas, por exemplo, podem ser micronutrientes para outras espécies.

### **Interação de Nutrientes**

A presença ou a ausência de um nutriente essencial pode afetar adversamente a disponibilidade ou a atividade de outro nutriente.

**O Efeito Estufa.** O dióxido de carbono tem um papel crítico sobre o controle do clima da Terra porque, como um aerossol, ele absorve, reflete e espalha a radiação que chega do sol; entretanto, ele absorve e torna a emitir a radiação de volta para o espaço. Este último fenômeno resulta no que é conhecido popularmente como **Efeito Estufa**, uma analogia ao que ocorre em uma estufa de plantas.

Entretanto, esta analogia não é perfeita. Os vidros de uma estufa e os gases, como o dióxido de carbono no efeito estufa, permitem a passagem da luz do sol até a superfície e mantêm o calor do lado de dentro. A diferença é que, em uma estufa, todo o calor fica preso; em contraste, os gases do efeito estufa prendem apenas a radiação infravermelha. Em ambos os casos, as temperaturas da estufa e da Terra aumentam.

### **Poluição: uma Definição**

“Tornar ou deixar algo sujo; tornar impuro; desrespeitar; profanar”- este é o significado do verbo poluir de acordo com o dicionário *Webster New Collegiate*. A poluição ambiental é a alteração desfavorável de nossos arredores, principalmente como um subproduto das ações do homem, através de efeitos diretos ou indiretos de modificações dos padrões energéticos, dos níveis de radiação, das constituições físicas e químicas e das abundâncias dos organismos. Estas mudanças podem afetar o homem diretamente, ou afetar suas reservas de água e de produtos agrícolas ou de outra natureza, seus

objetos pessoais e suas possessões ou suas oportunidades de recreação e de apreciação da natureza.

## PARTE 16 – POPULAÇÕES HUMANAS E OS CICLOS DE NUTRIENTES

### INTRODUÇÃO

Os humanos, como outros organismos, utilizam materiais dos ciclos naturais de nutrientes e, dessa forma, tornam-se, eles mesmos, parte desses ciclos. As pessoas necessitam praticamente dos mesmos nutrientes requeridos pela maioria dos organismos, embora, em alguns casos, as proporções sejam diferentes. Para a maioria dos animais, boa parte dos nutrientes é obtida a partir dos alimentos, embora sejam usadas algumas fontes alternativas, tais como a água oriunda de fontes na superfície e o sal a partir do mar. No caso dos humanos, os nutrientes são, geralmente, encontrados em fontes não consideradas como alimentos (pelo menos, não tradicionalmente), desde os laboratórios químicos das grandes corporações fabricantes de alimentos “processados” até os campos de petróleo que fornecem os fertilizantes necessários ao cultivo.

Há diversos nutrientes que devem ser considerados quando lidamos com a ecologia humana. As necessidades humanas de energia podem ser supridas, através de nossos alimentos, pelos carboidratos e pelas gorduras, moléculas compostas de três elementos diferentes: o carbono, o hidrogênio e o oxigênio. Na verdade, necessitam de fontes de água, mesmo sendo ela composta por hidrogênio e oxigênio, dois elementos constantemente encontrados nas fontes alimentares.

### POPULAÇÕES HUMANAS E O CICLO HIDROLÓGICO

O ciclo hidrológico envolve considerações globais sobre a precipitação, a evaporação e a drenagem da água da superfície da terra até o oceano; e a adição de água, a longo prazo, à biosfera a partir de fontes geológicas profundas através de erupções vulcânicas, bem como fontes extraterrestres, os cometas. Os oceanos de hoje são, em larga escala, o resultado destas últimas duas fontes agindo ao longo de bilhões de anos e, assim, a vida na Terra depende dos “cuspes” dos vulcões e do “suco” dos cometas.

Os humanos influenciam o ciclo hidrológico global, principalmente através de seus efeitos sobre os padrões de drenagem. O fluxo de água em direção aos oceanos foi acelerado nos locais onde as pessoas construíram cidades de concreto e estradas sobre grandes áreas de terra. Isso efetivamente reduziu a volta de água para a superfície, o que diminuiu a quantidade dela disponível para o uso. As pessoas também têm usado bombas para trazer a água do subsolo à superfície. Embora isso tenha aumentado a disponibilidade de água nos ecossistemas de superfície, em alguns casos levou ao desgaste total de diversos reservatórios subterrâneos.

### A Economia da Escassez de Água

**A Água como Moeda Corrente.** Assim como o que ocorre com a energia, quando a água é escassa, ela é um fator principal da economia de uma população. Foi notado que a energia é geralmente utilizada como substituta ao dinheiro nas quantificações das atividades ecológicas humanas. Em regiões onde a água é escassa, ela pode ser utilizada da mesma maneira. Na verdade, como regra geral, qualquer recurso escasso e limitante em uma sociedade serve como a mais útil moeda na determinação de cálculos ecológicos. De forma similar à energia, a água pode ser convertida em outras unidades de interesse para a ecologia.

Para aos países áridos, a água pode ser tão desejada quanto abundante se quiserem pagar o seu preço. O preço pode ser através da compra e do transporte direto a partir de outras nações, ou através do deslocamento de icebergs das regiões polares. Infelizmente, o custo da água – em energia, em unidade monetária ou em qualquer outro tipo de valor que se queira usar – é, geralmente, muito alto.

### **Irrigação**

A agricultura intensiva requer grandes quantidades de água por unidade de terra utilizada nas plantações. Estes requerimentos, inevitavelmente, levam o fazendeiro a fornecer água à sua plantação em quantidades maiores do que as fornecidas pela chuva. As práticas de irrigação resultantes variam extensivamente pelo mundo, tomando a forma de mudança de cursos de rios, ou o fornecimento de água para os campos a partir de poços artificiais.

A irrigação, muitas vezes, implica o manejo, em larga escala, de fontes hídricas, sendo a água transportada através de aquedutos, tubulações ou canais, por longas distâncias. Há diversos exemplos de projetos de grandes construções utilizadas para o transporte de água.

## **REQUERIMENTOS POR SAL E A ADAPTABILIDADE HUMANA**

O sal é outro nutriente requerido pelas populações humanas, bem como por outros organismos. O sal é obtido diretamente a partir do sal seco, de salinas em água potável e a partir de fontes de alimento. Os problemas de excesso de salinidade podem constituir um grande desafio para os agricultores que se utilizam da irrigação.

Requerimentos por sal não influenciaram tanto a ecologia humana como outros nutrientes; porém, em regiões específicas, nas quais o composto é escasso, ele foi um importante fator econômico.

### **Densidade Populacional e Recursos proteicos**

Enquanto as proteínas e demais nutrientes necessários podem ser encontrados em uma dieta vegetariana razoavelmente balanceada, a disponibilidade de proteínas de origem animal e de alta qualidade tem sido associada à densidade populacional em muitas regiões do mundo.

## **RETORNANDO OS NUTRIENTES PARA AS PLANTAS: POPULAÇÕES HUMANAS E O USO DE FERTILIZANTES**



A interação humana com os ciclos de nutrientes vai além da ingestão destes. A vasta maioria das populações humanas depende da agricultura como a maior fonte de alimento e, portanto, precisam capacitar suas plantas cultivadas a obter os nutrientes necessários a partir de seus ambientes. Na verdade, os ciclos de nutrientes naturais são, geralmente, interrompidos pelas atividades agrícolas, e os humanos, usualmente, aplicam nutrientes, na forma de fertilizantes, em suas plantações a fim de obter a produção adequada. Há uma grande diversidade tanto na maneira quanto no grau em que as populações humanas utilizam os fertilizantes em suas plantações.

### **A Irrigação como um Transportador de Nutrientes**

A água de irrigação geralmente carrega consigo argila contendo nutrientes que podem ser assimilados pelas plantas cultivadas. Em alguns locais, este processo ocorre sem que haja muita intervenção humana. Muitas pessoas utilizaram ciclos de enchentes sazonais dos rios tanto para irrigar quanto para fertilizar seus campos.

A irrigação através de meios artificiais também carrega nutrientes para as plantações. Por exemplo, a água de irrigação do arroz carrega muitos nutrientes para estas plantas. Também cianofíceas, que crescem na água de irrigação aquecida, fixam o nitrogênio, adicionando, portanto, nutrientes à mesma (Geertz, 1963).

### **O Uso Humano de Fertilizantes Orgânicos**

Fertilizantes orgânicos “naturais” – de origem animal e humana – têm sido utilizados por agricultores há milênios. Práticas compostas, utilizando tais fertilizantes orgânicos, foram muito importantes na sustentação de sistemas agrícolas intensivos em muitos lugares por todo o mundo.

### **CONCLUSÃO**

Os humanos sempre foram parte dos ciclos naturais de nutrientes, mas eles adicionaram complexidade a esses ciclos. Além dos alimentos, os humanos utilizam materiais para suas vestimentas, abrigos, ferramentas e combustíveis. Estes incluem materiais orgânicos e inorgânicos. Em tempos recentes, um novo tipo de material se tornou importante: o sintético (usualmente derivado de fontes de combustíveis fósseis). A maioria deste material é renovável, e o uso prudente permite sua reposição. Alguns materiais não são renováveis e, portanto, precisam ser reutilizados se os humanos desejarem continuar a usá-los no futuro (Brown, 1970). Dos materiais a serem reutilizados, alguns são parte dos ciclos naturais de nutrientes, enquanto outros são parte de sistemas de reciclagem unicamente humanos.

O uso humano de recursos não-renováveis aumentou dramaticamente desde a revolução industrial. A mineração de metais e de combustíveis fósseis se tornou mais cara conforme recursos mais facilmente obtidos se acabaram. Precisamos fazer escolhas muito sérias entre a reciclagem e a exploração de novos recursos. Claramente, a adaptação humana em longo prazo depende de nossa habilidade de realizar escolhas inteligentes quanto ao uso de nossos materiais.

## **PARTE 17 – MODELOS DE OTIMIZAÇÃO NA ECOLOGIA HUMANA**

## A SOCIOBIOLOGIA E OS MODELOS DE SUCESSO REPRODUTIVO

A **sociobiologia** (algumas vezes chamada de socioecologia) lida com a seleção natural de caracteres sociais comportamentais (Wilson, 1975). Ela se baseia na noção de que o comportamento é, em sua maioria, determinado geneticamente (ou, pelo menos, lida com componentes comportamentais sob forte influência genética), e que tais comportamentos estão sujeitos à seleção evolutiva (Trivers, 1985). Os efeitos dos comportamentos sociais são medidos em termos do sucesso reprodutivo relativo – os cálculos são realizados através da razão custo/benefício, tanto para o ator (o indivíduo que apresenta o comportamento) quanto para o recipiente (o indivíduo, da mesma espécie, para quem o comportamento é dirigido). Há quatro possibilidades: ambos ganham (definido como **comportamento cooperativo**); o ator ganha, mas há um custo para o recipiente (definido como **comportamento cooperativo**); o ator ganha, mas há um custo para o recipiente (definido como **comportamento egoísta**); o ator confere um benefício ao recipiente com algum custo (chamado de **comportamento altruísta**) e ambos sofrem um custo (definido como **comportamento malicioso**).

Muito do interesse da sociobiologia reside na noção de que os organismos não possuem interesse idênticos em suas interações. Se a seleção evolutiva determinou seu comportamento, cada um deles deve se comportar de uma maneira que tenderá a maximizar seu sucesso reprodutivo; assim, passarão o material genético, relacionado a tais comportamentos, para seus filhos, que, por sua vez, irão se comportar de maneira similar. Dessa forma, pode-se conceber uma “corrida armamentista”, na qual os indivíduos irão interagir socialmente a fim de aumentar seu próprio sucesso reprodutivo, mesmo com o prejuízo de outros.

### Comportamentos Sociais Estudos pela Sociobiologia

**Cooperação.** Em casos de comportamento cooperativo, a seleção evolutiva favorece ambos os indivíduos ou espécies. Entretanto, os sociobiólogos, algumas vezes, consideram vantagens relativas de caráter cooperativista a longo prazo, ou seja, eles reconhecem que um indivíduo pode ser relativamente mais beneficiado do que outro.

**Comportamento Egoísta.** No comportamento egoísta, o ator é beneficiado, enquanto há um custo para o recipiente. A seleção natural, operando sobre o ator, pode favorecer atos egoístas, mas se espera que sejam selecionados os recipientes que evitem estes custos. Pode-se conceber uma luta evolutiva entre a tendência a realizar atos egoístas e a tendência de evitá-los.

**Altruísmos.** No comportamento altruísta, o ator tem um custo, enquanto o recipiente ganha a partir da interação. Isso faz pouco sentido em termos evolutivos, a não ser que o conceito de desempenho inclusivo seja invocado. Na verdade, há três formas nas quais a seleção natural pode favorecer o altruísmo: parentesco (desempenho inclusivo), reciprocidade e parasitismo.

**Comportamento Malicioso.** No comportamento malicioso, tanto o ator quanto o recipiente sofrem. Pode parecer que a seleção natural agiria contra este tipo de comportamento. Mas ele ocorre algumas vezes e pode estar relacionado ao desempenho inclusivo. Ou seja, você pode ferir um competidor (sexual ou outro) mais do que você é ferido.

### **A Sociobiologia Aplicada ao Comportamento Humano**

Uma das grandes questões acerca da sociobiologia envolve tentativas de aplicá-la aos humanos. Enquanto algumas preocupações têm suas raízes no uso supersimplificado da sociobiologia, sugerindo que todos os comportamentos humanos são inatos (determinados biologicamente) e, portanto, imutáveis (por exemplo, Ardrey, 1961; Lorenz, 1963), há também considerações em trabalhos de cientistas notáveis, tais como E. O Wilson (Lumdsen e Wilson, 1981). Controvérsias e discordâncias ocorreram entre antropólogos, geneticistas e outros cientistas (por exemplo, Sahlins, 1976; Alexandre, 1977) . Uma das questões se refere aos aspectos genéticos versus os aspectos ambientais (aprendizado) dos comportamentos. A sociobiologia assume que os comportamentos são determinados (ao menos a maioria deles) pela genética e, portanto, são susceptíveis à seleção natural.

### **ESTRATÉGIAS DE FORRAGEIO ÓTIMO**

Modelos de forrageio ótimo que foram aplicados às populações humanas incluem aqueles usados na explicação de escolhas de dieta, de seleção de locais para caça, de decisões acerca de quanto tempo gastar no forrageio em determinado local, a relação dos padrões humanos de assentamento com os padrões de distribuição das caças e explicações dos padrões de divisão de alimentos.

### **Modelos de Divisão de Alimentos**

A divisão de alimentos com parentes próximos é facilmente explicada pelos princípios da sociobiologia; é quando a divisão ocorre além dos limites da família que a explicação se torna muito mais complicada. Uma explicação concentra-se no uso do comércio, através do qual um indivíduo negocia um recurso de pouco valor por outro mais valioso (Kaplan, e Hill, 1985). Aqui, o valor depende das percepções e das circunstâncias de um indivíduo.

## **PARTE 18 – A ECOLOGIA HUMANA E A ECOLOGIA DOS HUMANOS**

### **Os Desafios Enfrentados pela Ciência da Ecologia Humana**

Os problemas que confrontam os ecólogos humanos precisam ser multiplicados diversas vezes para que sejam entendidos os desafios aos quais eles são submetidos. Aqui, um entendimento de todas as incertezas acerca do comportamento humano deve ser adicionado às complexidades das interações ambientais entre espécies, antes que seja possível uma compreensão completa da ecologia humana. Esta compreensão pode ser impossível de ser atingida.

**O Ambientalismo e a Ecologia Humana.** Da mesma forma que a confusão entre o ambientalismo e a ciência da ecologia humana é comum, o ambientalismo tem substituído ainda mais a ciência objetiva da ecologia humana.

### **A Degradação dos Ecossistemas**

Os humanos, quando se adaptam a um ecossistema, tendem a otimizar para o imediato, em vez de pensar em longo prazo, no qual foi demonstrado que os modelos ecológicos para o comportamento humano parecem mais preciso quando os ganhos em curto prazo são focalizados. Isso implica que os comportamentos que maximizam a produtividade de recursos, com o efeito da degradação dos ecossistemas, serão adotados pelas populações humanas.

**A Conversão de Florestas em Campos.** Um dos exemplos mais claros da degradação antropogênica é a existência dos desertos “verdes” do sudoeste asiático. Estas áreas vastas apresentam gramíneas *imperata*, em locais onde antes cresciam florestas pluviais, resultado de mau gerenciamento de agricultura de coivara no passado.

**Erosão.** A erosão é outro sério efeito da degradação antropogênica dos ecossistemas. Um dos exemplos mais claros vem das ilhas do Pacífico, tais como o leste da Polinésia e o Havaí, onde a erosão não somente levou à perda de superfície nas terras altas, mas também à cobertura das terras baixas com solo depositado.

### **Ameaças à Biodiversidade**

Um dos mais graves impactos das atividades humanas recentes tem se dado sobre a **biodiversidade**, o número de abundância de espécies, através de extinções globais em massa.

**Extinções Antropogênicas no Passado.** Acredita-se que as contribuições humanas às extinções tenham uma longa história. Por exemplo, especula-se que a extinção em massa ocorrida no final do Pleistoceno, a qual, diferentemente dos demais eventos, foi restrita aos animais terrestres, particularmente aos grandes mamíferos, deve-se, principalmente, às atividades de caça de grupos humanos.

**Extinções Antropogênicas no Presente.** Os tempos modernos trouxeram consigo uma habilidade aprimorada dos humanos em afetar o ambiente. As atuais extinções antropogênicas em massa são causadas por diversos fatores, incluindo as superplantações (como os exemplos de caça desenfreada ocorridos no passado), a destruição ou alteração do *habitat* físico, a substituição por espécies introduzidas, a poluição e a hibridização com outras espécies e subespécies devido às atividades humanas (Wilson, 1992).

## **VALORES PARA A NATUREZA**

### **O Valor Econômico da Natureza**

A natureza é, fundamentalmente, um sistema de suporte de vida para todos os organismos, um sistema que desprezamos até que haja um grande colapso,

como um terremoto, um tornado ou uma enchente. Os produtos e processos naturais que ocorrem nos ecossistemas são os componentes deste sistema de suporte: eles são críticos para a sobrevivência e, portanto, possuem um valor econômico e em outros termos.

Os produtos naturais dos ecossistemas dos quais os humanos dependem incluem grãos, vegetais, alimentos marinhos, caça e outros animais, madeira para combustíveis, produtos farmacêuticos, dentre muitos outros. Como produtos, eles possuem valor econômico.

## **CONCLUSÃO**

Ninguém pode deixar de se impressionar com o sucesso adaptativo de nossa espécie. Desde o início dos homínídeos no ambiente mosaico das florestas e savanas africanas, há quatro milhões de anos, os humanos habitaram praticamente todos os biomas de superfície da Terra. Fomos realmente frutíferos e nos multiplicamos. Os humanos crescentemente direcionaram os recursos do planeta, mais e mais, para suas próprias necessidades, incluindo o uso de recursos para evitar, ou ao menos para proteger, a si mesmos, dos muitos estressores ambientais pelos quais eles uma vez foram afligidos.

A questão é: somos agora vítimas de nosso sucesso? Neste, e em outros capítulos, vimos que muitos ecólogos acreditam que estamos enfrentando problemas ambientais muito sérios causados por nossas atividades. O problema é que, em praticamente todos os casos, as limitações de nosso conhecimento sobre a ecologia, especificamente a humana, não nos permitem muita precisão em nossas constatações, quanto menos “consertar” os erros. Nossas constatações sobre a ciência da ecologia humana e a ecologia dos humanos, portanto, são conectadas. Melhorias na primeira são necessárias para que o mesmo ocorra com a segunda. Nossa maior esperança é a de que um dos leitores deste texto irá desenvolver um aumento de interesse no estudo da ecologia humana e melhorar nestes tempos perplexos.

Nós, humanos, somos mais bem vistos como uma espécie incrivelmente adaptável; parte desta adaptação deve ocorrer devido a mudanças causadas por nosso próprio comportamento. Vimos que nossa adaptação consiste de ganhos balanceados de efetividade e de eficiência com reduções de risco. Os riscos potenciais, delineados aqui, são tão grandes que não obrigam a tomar medidas para reduzi-los, mesmo não estando muito certos acerca de sua magnitude. Ainda está para ser visto se poderemos continuar nos adaptando às mudanças que causamos em nosso próprio “jogo” evolutivo.

## **QUESTIONÁRIO**

### **1. Na organização de ecossistemas, defina e descreva os principais grupos de organismos.**

**Produtores** são o primeiro passo de um movimento de energia através de um ecossistema. É este grupo de organismos, normalmente verdes e clorofilados, que capturam a energia radiante do sol, na verdade produtores

não produzem energia: eles convertem ou a transmitem de uma forma, a radiante, a outra, química.

Um autótrofo (literalmente, “auto-alimentador”) é um organismo que captura energia e, subsequentemente, a utiliza para sintetizar moléculas que servem aos requerimentos nutricionais de seu próprio crescimento e metabolismo. Em contraste, um heterótrofo (literalmente, “alimentado por outro”) é um organismo cujas necessidades nutricionais são atingidas através da ingestão de outros organismos: heterótrofos são também conhecidos como *consumidores*.

**Consumidores** são organismos que derivam sua nutrição dos produtores: ou seja, são heterótrofos.

As correlações autótrofo-heterótrofo, ou produtor-consumidor primário-consumidor secundário, resultam em um movimento sequencial de energia conhecido como a cadeia alimentar.

**Decompositores**, basicamente bactérias e fungos, são heterótrofos que derivam sua nutrição a partir de produtores (a maioria dos fungos) e consumidores (principalmente as bactérias). Em vez de ingerir seu alimento, como no caso dos outros heterótrofos, os decompositores liberam enzimas de seu corpo capazes de digerir os tecidos animais e vegetais, em seguida, esses produtos processados são absorvidos.

## 2. Quais são as causas da desertificação?

Dentre os povos criadores, o pastoreio é a principal causa da desertificação, particularmente em situações nas quais as secas prolongadas. O desmatamento de florestas para obtenção de combustível, removendo a proteção natural contra ventos é a fonte de erosão do solo, é outro fator, o qual é extenuado pela necessidade das populações pelo produto. O cultivo e a irrigação, o pasto em excesso, o desmatamento, a mineração, a recreação e a urbanização são todos fatores envolvidos na desertificação.

## 3. O que causa a deficiência de Vitamina A?

A vitamina A é necessária para o funcionamento normal de certas células epiteliais do corpo. A deficiência pode causar a “cegueira noturna”, deixar a pele seca e escurecer a córnea. Se a deficiência é prolongada, a cegueira permanente pode ocorrer.

## 4. Defina poluição.

Uma definição preliminar de **poluição** é um recurso que está “fora de lugar” no ambiente, em grande ou pequena quantidade a partir da perspectiva de comunidades ecológicas específicas. Uma das principais conexões entre população e doença parece estar na exposição a grandes concentrações de certos produtos químicos elaborados em processos industriais e altas taxas de certas formas de câncer. Três das principais formas de poluição são: ar, água e lixo sólido.

## 5. Qual é o principal recurso natural essencial ao homem?

Comida é um recurso natural essencial para todas as populações humanas e tem merecido atenção especial por parte dos estudiosos da ecologia humana, em particular dos ecólogos culturais.

12. OKUNO, E. *Radiações: efeitos, riscos e benefícios*. São Paulo: Harbra, 1998.

Síntese elaborada por: Flávia Motta Lima – Curitiba/PR

O interesse sobre radiações vem aumentando, nos últimos anos, a partir de acidentes que ocorreram e que levaram muitas pessoas à morte ou que, atualmente, sofrem das consequências da radiação.

Um acidente radioativo, muito marcante no Brasil, foi o que ocorreu em Goiânia, no Estado de Goiás, - um aparelho de Radioterapia, levado a um ferro-velho, teve o cilindro metálico contido em seu interior violado, e neste havia um pó de cloreto de céσιο empastilhado conhecido como Césio 137.

Em um período de 15 dias, foram diversos os sintomas das pessoas que tiveram contato com o pó ou apenas com o aparelho, desde vômitos, diarreia, queimaduras na mão e no braço, levando-se à amputação de membros e até mesmo à morte.

O contato com o pó não se limitou à comunidade em que os catadores de lixo moravam; este contato ocorreu também com as pessoas do ferro-velho para onde o aparelho foi vendido e no caminho para onde o pó foi levado para ser analisado.

No Brasil, este foi o acidente radioativo mais conhecido, mas no mundo outros acidentes são destaques: Em Juarez, no México, um aparelho de radioterapia com uma fonte de cobalto-60 foi aberto e suas peças foram transformadas em barras de aço e pés de mesa, este acidente não levou ninguém à morte, pois não houve contato com o pó. Em 1957, em Windscale, na Inglaterra, em uma usina nuclear, observou-se que a concentração de radionucleotídeos (nuclídeo radioativo que emite radiação espontaneamente) estava numa concentração no ar 10 vezes acima do valor normal. E em 1986, o famoso acidente radioativo na Usina de Chernobyl onde foram liberados na atmosfera radionucleotídeos contaminado quase toda a Europa.

## História das Radiações

Em 1895, o Professor Wilhem Conrad Roentgen, na Alemanha, por meio de suas experiências, descobriu o Raio-X. Ele estudava descargas elétricas através de um tubo de raios catódicos que são feixes de elétrons. Ao aplicar uma diferença de potencial de algumas dezenas de quilovolts entre os eletrodos do tubo, observou uma fraca luminescência e que estes raios atravessavam tudo, inclusive sua mão. Assim, Roentgen concluiu que o tubo emitia raios muito mais potentes ainda desconhecidos e que podiam até atravessar corpos humanos e sensibilizar filmes fotográficos.

Em 1896, Antonie Henri Becquerel, Professor de Física da Escola Politécnica de Paris, observou que substâncias fosforescentes absorviam luz para depois a reemitirem. Em uma de suas experiências, ele colocou certa quantidade de sulfato de urânio e potássio, um sal de urânio, sobre uma placa fotográfica, embrulhada em papel preto, expondo todo o conjunto à luz solar durante vários dias, quando o filme foi revelado, a posição do mineral ficou claramente marcada com manchas escuras, estes efeitos só ocorreram porque o sal de urânio emanava raios espontaneamente.

Em 1891, um conhecido casal, Madame Curie e Pierre Curie, em seus estudos, descobriram o elemento químico Tório que emitia raios espontaneamente semelhantes ao urânio, e mais tarde descobriram o Polônio que era 400 vezes mais ativo que o urânio.

Em 1898, Ernest Rutherford concluiu, em seus estudos, que a emanção proveniente de substâncias radioativas era complexa, sendo constituída por pelo menos dois tipos de radiação: um deles, facilmente absorvido - chamado de **radiação alfa** e outro, muito mais penetrante chamado de **radiação beta**, ambos os raios eram desviados por campos magnéticos, só que em direções opostas. Um ano mais tarde, Paul Villard identificou um terceiro tipo de radiação, a **gama** que, ao contrário dos dois primeiros, não sofria deflexão em campos magnéticos.

Entre 1917 e 1924, cerca de 800 moças trabalhavam pintando mostradores e ponteiros de relógios, em uma Indústria em New Jersey, uma solução contendo rádio era utilizada para este fim, ao afinar o pincel nos lábios, dia-a-dia ingeriam esta solução até que em 1950, havia o registro de 41 mortes



entre essas moças com destruição de ossos, câncer nos ossos e anemia aplástica.

No século 19, foram muitos os casos de tratamento de diferentes doenças com o uso de radiação, alguns com sucesso e outros levando a morte principalmente por câncer.

## **A Física da Radiação**

Na sequência, serão apresentados alguns termos muito utilizados quando se fala de radiação:

*Radiação é uma forma de energia, emitida por uma fonte e que se propaga de um ponto a outro sob forma de partículas com ou sem carga elétrica, ou ainda sob forma de ondas eletromagnéticas.*

A radiação pode ser dividida em dois tipos:

- **Radiação ionizante:** quando a radiação possui energia o suficiente para arrancar um dos elétrons orbitais de átomos neutros, transformando-os em um par de íons.
- **Radiação corpuscular:** quando a radiação é constituída de um feixe energético de partículas como os elétrons, pósitrons, prótons, nêutrons.

Um fenômeno que ocorre na radiação é a *desintegração ou decaimento nuclear*, que é quando partículas alfa, por exemplo, são emitidas de núcleos atômicos em busca de uma maior estabilidade energética o resultado desse fenômeno é a transformação em um novo elemento, o primeiro elemento é chamado de elemento pai e o segundo elemento é chamado de elemento filho.

*Meia-vida física:* é o intervalo de tempo no qual metade dos núcleos atômicos de uma amostra radioativa se desintegra, por exemplo, no caso do acidente com o Césio 137, a meia vida do elemento é de 30 anos, ou seja, desde o dia

do acidente até 30 anos depois o elemento depositado no solo, terá meia vida via desintegração.

*Meia vida biológica:* é o tempo necessário para que metade dos átomos ingeridos ou inalados seja eliminada biologicamente, independente de eles serem radioativos ou não.

*Partículas alfa:* possuem pouco poder de penetração, apenas conseguindo atingir a superfície da pele humana e são facilmente blindadas com uma folha de papel, entretanto a ingestão ou inalação de radionucleotídeos emissores de partícula alfa pode trazer sérias consequências ao ser humano, uma vez que elas possuem alta densidade de ionização.

*Partículas betas:* são os elétrons e pósitrons, mais penetrantes que a partícula alfa, produzem densidade de ionização menor e possuem um alcance maior que a partícula alfa; para blindar as partículas beta pode-se usar uma placa de alumínio de poucos milímetros de espessura.

*Nêutrons:* São partículas sem carga e não produzem ionização diretamente, mas não muito penetrantes e podem ser blindados com materiais ricos em hidrogênio tais como parafina e água.

*Ondas eletromagnéticas:* são constituídas de campos elétricos e magnéticos oscilantes que propagam no vácuo com velocidade constante, igual a 300 mil km/s que corresponde à velocidade da luz, são exemplos de ondas eletromagnéticas: ondas de rádio, TV, microondas, radiação infravermelho.

*Pessoas contaminadas:* é quando uma pessoa ingere, inala ou sofre contaminação com radionucleotídeos.

*Pessoas irradiadas:* é quando uma pessoa pode estar sujeita à radiação emitida por átomos radioativos de uma pessoa ou local contaminado.

## **Grandezas e Unidades de Física das Radiações**

*Exposição:* é a grandeza que caracteriza o feixe de raios X e gama e mede a quantidade de carga elétrica produzida por ionização, no ar, por essa radiação, por unidade de massa do ar.

*Dose absorvida:* é a energia média cedida pela radiação ionizante à matéria por unidade de massa dessa matéria, usada para medir a radiação absorvida no corpo.

*Dose equivalente:* é utilizada para fins de proteção radiológica, é calculada multiplicando-se a dose absorvida por um fator numérico chamado de fator de qualidade, esse fator considera quanto maior o número de ionizações produzidas por unidade de comprimento maior é o dano.

*Atividade:* é o número de desintegrações nucleares de uma amostra radioativa em uma unidade de tempo.

## **Radiação na Natureza**

Toda vida no planeta está exposta à radiação - nosso corpo, por exemplo, e a cada minuto, cerca de um quarto de um milhão de átomos está se desintegrando e emitindo radiação.

Existem dois tipos de exposição à radiação: a *exposição externa* e a *exposição interna*, vamos ver agora como é que se diferenciam estas exposições.

A *exposição externa* compõe a maior parte da irradiação que recebemos; grande parte dela é composta pela radiação cósmica provinda do espaço interestelar e do topo da atmosfera e a outra parte da irradiação é por radionucleotídeos naturais que emitem radiação gama - estes estão presentes naturalmente na crosta terrestre, por exemplo, as areias monazíticas das praias de Guarapari – ES e minas de urânio em Poços de Caldas.

Já na *exposição interna*, os radionucleotídeos são inalados ou ingeridos principalmente por meio da alimentação no caso de alimentos como o feijão, verduras frescas, leite e castanha do Pará que é uma planta que tem a tendência de concentrar o elemento rádio.

Outro tipo de radiação a que estamos submetidos é a *radiação artificial*, proveniente de artefatos como o Raio X, poeira radioativa resultante de testes ou acidentes nucleares.

Uma forma de se evitar os efeitos nocivos da radiação é a *proteção radiológica*.

Foi somente em 1896 que Elihu Thomson esclareceu sobre os danos que causavam a radiação em sua experiência. O cientista expôs seu dedo mínimo, à radiação de feixes de raio X, diariamente por meia hora. Ao final de uma semana, ele começou a sentir dores e notou uma inflamação em seu dedo exposto, concluindo, assim, que a exposição prolongada ao Raio X levaria a sérios problemas.

Com isso surgiu a necessidade de se estabelecer técnicas e normas para a proteção contra os efeitos da radiação.

Em 1925, ocorreu o Primeiro Congresso de Radiologia que tratou principalmente do estudo e publicação de recomendações a serem aceitas internacionalmente.

Em 1928, no Segundo Congresso em Estocolmo, foi fundada a Comissão de Proteção Radiológica, cuja principal função era a de fornecer guias gerais para o uso de radiação e estabelecer limites máximos para a radiação em trabalhadores.

No Brasil, o órgão responsável pela normatização e legislação do uso da radiologia é a CNEN, que elaborou um caderno com Normas Básicas de Proteção Radiológica.

E por que se proteger?

Os principais objetivos da proteção radiológica é proteger os indivíduos, seus descendentes, e a humanidade contra os efeitos danosos da radiação.

Evitar os efeitos *não estocásticos*, que são definidos pela gravidade do efeito em função da dose de radiação recebida.

Limitar a probabilidade de *efeitos estocásticos*, ou seja, são efeitos que aparecem em qualquer dose de radiação.

Quando se trata de trabalhadores com radiação, existem limites para evitar os efeitos não estocásticos e estocásticos e estes são: nenhum tecido deve receber mais que 500 mSv (unidade da radiação) ao ano com exceção do cristalino dos olhos onde o máximo é permitido é 150 mSv, caso contrário ocorre a formação de catarata e 50 mSv para a radiação uniforme no corpo todo.

Além disto, os trabalhadores devem tomar as seguintes precauções: usar máscaras para evitar a inalação de gases radioativos, lavar as mãos sempre que necessário, utilizar roupas e luvas especiais, permanecer o tempo mínimo possível próximo à fonte de radiação e usar blindagens adequadas.

Um dos grandes fantasmas de era moderna é a radiação ionizante, pois ela é invisível, inaudível, inodora e insípida, ou seja, não conseguimos perceber se fomos ou estamos sendo irradiados e muito menos quando esta exposição poderá levar à morte ou na indução de mutações de material genético dos organismos.

As reações causadas pela radiação ionizante podem ser divididas em quatro estágios que vão desde o primeiro estágio que é dado logo após a incidência da radiação em que ocorre a absorção de energia radiante, passando para o segundo estágio em que as ligações físico-químicas das moléculas do organismo são rompidas, no terceiro estágio no qual, após o rompimento das moléculas, são liberados radicais livres que são altamente reativos, e no último estágio, ocorrendo os efeitos bioquímicos e fisiológicos, que produzem alterações morfológicas e/ou funcionais em horas ou até mesmo em anos.

Para lesar uma molécula, a radiação possui dois mecanismos, o *direto* e o *indireto*: no primeiro caso a radiação age diretamente sobre uma biomolécula, por exemplo, uma molécula de ADN, e isto leva à danificação do material genético; já no segundo caso, a radiação age em molécula com a da água que leva à decomposição de subprodutos que irão produzir danos biológicos.

Quando se fala em radiação nos organismos biológicos (seres humanos, aves, peixes etc.), pensa-se logo nos efeitos sobre eles. Neste caso, existem dois tipos de efeitos: os *somáticos* que afetam somente a pessoa irradiada e os *efeitos hereditários* que afetam os descendentes desta, principalmente quando as células do óvulo ou testículo forem irradiadas.

Nos organismos, principalmente nos seres humanos, os *efeitos agudos* são observáveis em apenas horas, dias ou semanas após a exposição do indivíduo a uma alta dose de radiação. Quando aparecem cânceres e lesões degenerativas e o indivíduo recebeu baixas doses de irradiação falamos em *efeitos somáticos tardios*.

Não só o homem está exposto à radiação. Sabe-se que entre os vertebrados, os mamíferos são mais sensíveis à radiação e os invertebrados são menos sensíveis, e os organismos unicelulares são mais ainda resistentes.

A radiação nada mais é que a incorporação de um radionucleotídeo pelo organismo. Esta não é uniformemente distribuída; o que ocorre é o acúmulo em certos órgãos, por exemplo, o céscio-137 acumula-se nos músculos, o iodo-137 acumula-se na tireoide e o estrôncio-90 nos ossos. Por isso, quando se faz tratamento de doenças, utilizando-se radionucleotídios, é preciso calcular a *dose interna* para cada indivíduo, cálculo este que é obtido a partir de informações físicas e biológicas do indivíduo, e é um cálculo extremamente complexo.

Voltando aos acidentes de Goiânia e Chernobyl, há alguns dados a apresentar:

- em Goiânia 112.800 pessoas foram monitoradas; destas, 1.000 pessoas foram irradiadas externamente, 249 pessoas apresentaram contaminação interna ou externa, 49 pessoas foram internadas, quatro óbitos e uma amputação de membro. Algumas casas e tudo o que havia em seu interior foi destruído. Em Chernobyl, cerca de 300 pessoas foram internadas totalizando 28 mortes, a área ao redor da Usina, de 2.5 km, foi totalmente evacuada.

No caso de Chernobyl a contaminação foi quase de todo o solo europeu e, por meio da cadeia alimentar, a radiação de Chernobyl chegou a todo o mundo inclusive no Brasil quando o leite em pó era importado da Europa principalmente da Dinamarca, com os demais alimentos ocorreu o mesmo fato alguns países como a Malásia e Japão, proibiram a entrada de alimentos europeus, criando uma polêmica em todo o mundo.

O que foi mostrado até agora é o lado negativo da radiação, mas atualmente contamos com tratamentos e aplicações da radiação que trazem benefícios à população humana. Podemos citar:

- as fontes alternativas de energia, esterilização de seringas, agulhas e alimentos;
- na medicina, a radioterapia, com seus aparelhos sofisticados, trata tumores, principalmente os malignos, pois conseguem atingir apenas o órgão ou tecido afetado,
- a radiologia diagnóstica que, por meio de imagens, possibilita a prevenção uma gama de doenças,

- a medicina nuclear que consegue diagnosticar, tratar e estudar doenças.

Enfim, temos muitos exemplos de radiações trazendo benefícios à população e principalmente salvando vidas.

Questões:

1 - Ernest Rutherford concluiu, em seus estudos, que a emanção proveniente de substâncias radioativas pode ser classificada em três tipos, assinale a alternativa correta:

- radiação taura, radiação gama e radiação beta
- radiação alfa, radiação beta e radiação gama
- radiação alfa, radiação estocástica e radiação beta
- radiação beta, radiação gama e radiação não estocástica

2 – Assinale a alternativa melhor define a radiação ionizante:

- (a) quando a radiação é constituída de um feixe de energético de partículas como os elétrons, pósitrons, prótons, nêutrons
- (b) é o tempo necessário para que metade dos átomos ingeridos ou inalados seja eliminada biologicamente
- (c) quando a radiação possui energia o suficiente para arrancar um dos elétrons orbitais de átomos neutros, transformando-os em um par de íons.
- (d) são os elétrons e pósitrons, é mais penetrante que a partícula alfa, produz densidade de ionização menor e possui um alcance maior que a partícula alfa.

3 - Quando se fala que uma pessoa foi irradiada, o que estamos afirmando:

- (a) esta pessoa recebeu uma fonte de luz intensa.
- (b) esta pessoa não teve contato com nenhuma fonte de radiação
- (c) esta pessoa pode estar sujeita à radiação emitida por átomos radioativos de uma pessoa ou local contaminado.
- (d) esta pessoa ingeriu, inalou ou sofreu contaminação com radionucleotídeos.

4 - No acidente em Goiânia- GO, com o Césio-137, a mulher do dono do ferro velho para onde foi vendido o equipamento, ao perceber que seus familiares estavam adoecendo, pegou um pedaço da fonte que foi retirado do interior da cápsula de Raio-X e levou de ônibus para a Vigilância Sanitária de Goiânia, de acordo com os estudos sobre a radiação os efeitos produzidos pela radiação podem ser classificados como:

- (a) efeitos somáticos apenas, pois os efeitos apareceram apenas durante 15 dias.
- (b) efeitos somáticos e hereditários, os efeitos apareceram no momento do contato com o césio- 137 e tardiamente também, pois os descendentes foram afetados.
- (c) nenhum efeito, pois a irradiação do césio-137 é baixa e não provocou nenhum dano à população.
- (d) efeitos somáticos, pois os descendentes também foram afetados e efeitos hereditários, pois os efeitos apareceram assim que houve contato com a fonte de radiação.

5 – Podemos definir a radiação como *“nada mais que a incorporação de um radionucleotídeo pelo organismo”*, considere a afirmação verdadeira:

- (a) somente mamíferos são afetados pela radiação.
- (b) os mamíferos assim como os invertebrados são extremamente resistentes a radiação.
- (c) os invertebrados são mais resistentes à radiação em relação aos mamíferos.
- (d) os peixes por estarem na água não são afetados pela radiação.

Resposta das questões:

1 – b, 2- c, 3 – c, 4- b, 5 - c

13. SADAVA, D. et al. *Vida: a ciência da biologia*. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 1, 2 e 3.

**Volume I**



## Introdução

### Uma Moldura Evolucionária para a Biologia

Desde seu surgimento, a biologia, ao longo dos tempos, vem ajudando a desvendar algumas “incógnitas” a respeito dos mecanismos evolutivos. A partir de 1760, a teoria sustentada de que qualquer espécie tinha sido criada divinamente de forma particular, começou a ruir, pois **Buffon** (naturista francês) estudou mais profundamente e percebeu algumas similaridades marcadas que já não podiam manter essa teoria, um exemplo disso é o porco, que possui dedos que jamais tocaram a terra.

Vieram as especulações a respeito do uso e desuso e junto delas alguns pesquisadores que seguiram esta linha, como: **Lamarck**, **Darwin** e **Wallace**. Mas hoje os cientistas não mais acreditam que mudanças resultantes de uso e de sua falta possam ser herdadas.

Ocorreu uma mudança de foco, em que as teorias pré-darwinianas sustentavam que o mundo era jovem e que os organismos haviam sido criados em suas formas atuais. Darwin, com sua “**Seleção Natural das Espécies**”, via não só a evolução, mas a falta de metas para isso é que eram questionadas (evolução constante).

Mesmo as matérias não-vivas, como as vivas, são feitas de substâncias químicas, sendo as menores: os **átomos**. A partir de uns 3,8 bilhões de anos atrás, começou a ocorrer a interação de sistemas de moléculas em compartimentos delimitados por membranas.

No entanto, há 2 bilhões de anos, as células eram minúsculos pacotes de moléculas dentro de uma única membrana. Essas células *procarióticas* viviam, cada uma, separada da outra (células primitivas e mais limitadas). A busca de energia a partir do ambiente que acarretam reações / transformações químicas para a vida da célula são chamadas de *metabolismo*.

Somente a partir desta data, alguns organismos foram desenvolvendo uma habilidade no uso da energia do sol para propulsionar seus metabolismos, não deixando de utilizar materiais do ambiente como a matéria-prima. Esses organismos fotossintéticos foram usando novas reações metabólicas, pois

utilizavam a luz do sol e eliminavam o oxigênio, mudando a atmosfera da Terra. Hoje, o oxigênio que respiramos não seria possível sem a fotossíntese. A formação da camada de Ozônio, a partir deste acúmulo de oxigênio na Terra, fazendo novas formas de vida surgirem e outras saírem do fundo dos oceanos (protegidos dos raios Ultra-Violeta).

Antes, eram apenas os organismos unicelulares que se reproduziam por duplicação de seus materiais hereditários (*genéticos*) e pela divisão em duas novas células (*mitose*). Eram células-filhas, ou seja, eram idênticas às células parentais ou clones. O início da evolução da vida foi marcado pela combinação de dois genes de duas células em uma. Logo, a reprodução sexual é mais vantajosa, pois têm combinações genéticas mais interessantes, sendo a prole mais variável, com maior resistência em qualquer ambiente (de fácil adaptação).

Há um 1,5 bilhões de anos, surgiram as células *eucarióticas* (sobreviventes ou hospedeiras) que eram bem mais fortes. Dentro das procarióticas, que atacavam as células mais fracas, aquelas se tornavam sobreviventes. As eucarióticas são mais complexas (*genes e cromossomos*), separadas internamente em núcleos, com funções especializadas, compartimentadas, como a *fotossíntese* (chamadas *organelas*).

Já há um bilhão de anos, a capacidade de adaptação e a unicidade provocaram o surgimento dos organismos multicelulares, através dos organismos unicelulares. Surgiu a especialização, a evolução de *mitose* em *meiose* (divisão celular em *gametas*). Com isso, a reprodução sexual ou transmissão genética com combinação de genes diferentes de células parentais, gerando um novo ser.

O controle de ambientes internos passou a ser mais complexo, isso permitiu que a vida, a partir dos oceanos, explorasse ambientes terrestres. Essa capacidade foi sendo desenvolvida porque o ambiente interno realiza ajustes metabólicos para mudar suas condições internas e externas. O maior exemplo disso é a capacidade de um corpo humano manter uma temperatura constante, independente da temperatura do ambiente, chamada de *homeostase*.

Uma característica vital dos organismos vivos é o crescimento regulado. Tudo é cuidadosamente metódico, quando foge deste controle multicelular, surge, por exemplo: o câncer. Isso requer uma sequência, a esse processo se dá o

nome de *desenvolvimento*. Por causa dos estresses ambientais, ocorrem respostas referentes à organização de células e moléculas, um exemplo marcante é a *metamorfose*.

Todos os organismos na Terra, hoje, são descendentes de algum tipo de organismo unicelular que viveu há, aproximadamente, quatro bilhões de anos. Mas não é somente o aumento de mecanismos complexos e armazenamento em quantidades cada vez maiores que contribuíram para a evolução na Terra, e sim a especialização que gerou a diversidade da vida. Chamamos esses grupos de milhões de organismos diferentes, geneticamente independentes, de espécies.

Os biólogos estudam a vida de duas formas complementares: - Estudam estruturas e processos que variam do simples até o complexo e do pequeno até o grande; - Estudam padrões da evolução da vida, considerando bilhões de anos para determinar como os processos evolucionários resultaram em linhagens de organismos que podem ser remontados a ancestrais recentes e distantes. A biologia pode ser visualizada como uma hierarquia na qual as unidades, desde a menor até a maior, incluem **átomos, moléculas, células, tecidos, órgãos, organismos, populações e comunidades**.

Cada nível de organização biológica apresenta propriedades, chamadas de propriedades emergentes, que não são encontradas nos níveis inferiores. Essas propriedades surgem de duas formas: Primeira, muitas propriedades emergentes de sistemas resultam de interações entre suas partes; Segunda, as propriedades emergentes surgem porque as agregações apresentam propriedades coletivas que não existem nas suas unidades individuais.

São aproximadamente 30 milhões de espécies que habitam a Terra. Algumas que viveram estão extintas hoje. A base para o que apreendemos hoje é de que todos tiveram algum ancestral em comum. Mas não é tão fácil comprovar isso e como não dá para provar quaisquer evidências fósseis em alguns casos, ocorreu a decisão de se dividir todos os organismos em três grandes domínios – as mais profundas divisões na história evolucionária da vida.

Existem organismos dos domínios dos procariotos – células únicas sem núcleo e sem outros compartimentos internos encontrados no *Eukarya*, mesmo tendo *Archaea* e *Bactéria* que são procariotos, eles também se diferem até mesmos em suas reações químicas. Há também os organismos do domínio dos

eucariotos, que contêm núcleo e compartimentos celulares complexos chamados *organelas*. O *Eukarya* é dividido em quatro grupos – os protistas e os reinos clássicos *Plantae*, *Fungi* e *Animalia*. Acredita-se que os membros multicelulares tenham surgido a partir dos ancestrais protistas.

Os membros *Plantae* convertem a energia luminosa em energia química pela fotossíntese. Os fungos absorvem substâncias nutrientes encontradas próximas e as metabolizam dentro de suas células, sendo importantes na decomposição de organismos mortos. Os membros do reino *Animalia* são também heterotróficos. Esses organismos ingerem suas fontes alimentares, digerem-nas fora de suas células e então absorvem os produtos.

Cada espécie de organismo é identificada por dois nomes. Sendo que o primeiro identifica o gênero e o segundo o nome da espécie. Por exemplo: o nome científico da espécie do homem atual é ***Homo sapiens***.

Graças aos testes das hipóteses, advindas da observação mais profunda, é que a Ciência vem sendo muito bem guiada. Sem as hipóteses, e a aplicação do método hipotético-dedutivo, este tipo de pesquisa não avançaria, é assim que a hipótese passa a ser considerada uma teoria, com avanços e até recuos, mas sendo testadas. Nem todas as formas de indagação são científicas, para se chegar às teorias cientificamente torna-se necessário basear-se em muitos tipos de evidências, estudadas e experimentadas exaustivamente.

## **PARTE I**

### **Pequenas Moléculas: Estrutura e Comportamento**

Toda matéria é composta de átomos. Cada átomo consiste de um núcleo carregado positivamente de prótons e nêutrons rodeado por elétrons apresentando cargas negativas. As ligações químicas mantêm os átomos unidos e através das reações químicas os átomos mudam de parceiros. Nem a matéria nem a energia são criadas ou destruídas em reações químicas, mas ambas mudam de forma.

Nem todos os elementos consistem de sistemas vivos. Isótopos diferem no seu número de nêutrons, sendo alguns radioativos, especialmente quando se decompõem. Os elétrons distribuem-se em camadas orbitais. Cada orbital

possui no máximo dois elétrons. Ao perder, ganhar ou compartilhar elétrons para se tornar mais estável, um átomo pode combinar-se com outros átomos para formar moléculas. As moléculas variam no tamanho, na forma, na reatividade, na solubilidade e em outras propriedades químicas.

A estrutura molecular da água, e sua capacidade de formar pontes de hidrogênio, confere a ela suas propriedades incomuns que são significativas para a vida. A água é um solvente excelente; a água sólida flutua na água líquida e a água ganha ou perde grande quantidade de energia quando muda seu estado, uma propriedade que modera mudanças de temperatura ambiental.

As macromoléculas são polímeros gigantes, sendo construídas pela formação de ligações covalentes entre moléculas menores chamadas monômeros. Incluem polissacarídeos, proteínas e ácidos nucleicos.

A célula é a unidade básica da vida. Todas as células vêm de células preexistentes e possuem certos processos, tipos de moléculas e estruturas em comum. Para interagir adequadamente com seus ambientes, a superfície celular deve ser maior quando comparada com o seu volume. Elas são vistas apenas por microscópios e podem ser organizadas em procarióticas e eucarióticas (**DNA**), e isto inclui também as organelas.

Além destas organizações celulares podemos observar o sistema de membranas internas, as organelas que processam energia e outros tipos de organelas, contendo também o *citoesqueleto* (que consiste da interação de três tipos de proteínas fibrosas) e estruturas extracelulares como a proteína colágeno (para ossos e cartilagens).

As membranas biológicas consistem de lipídeos, proteínas e carboidratos. Há a estrutura da membrana do modelo mosaico fluido e as proteínas integrais de no mínimo, parcialmente inseridas na bicamada de *fosfolipídeos*. As duas podem ter diferentes propriedades devido à diferença de composição de fosfolipídeo, exposição aos domínios das proteínas integrais de membrana e suas proteínas periféricas.

Em um organismo ou tecido, as células reconhecem-se e ligam-se umas às outras por meio de proteínas e funcionam como sinais de reconhecimento para interações entre as células. Existem aí processos passivos de transporte de membrana e processos ativos. Ocorrem a *endocitose* e *exocitose*, a primeira

transporta as macromoléculas e a segunda secreta conteúdos das vesículas e se fusionam com a membrana plasmática. As membranas não são simples barreiras e são dinâmicas.

A energia é a capacidade para realizar trabalhos, sendo: energia potencial (de estado ou posição) e energia cinética (de movimento). A primeira pode ser convertida na segunda, quando realiza trabalho. O **ATP** (*adenosina trifosfato*) transfere energia nas células. As enzimas são catalisadores biológicos, a estrutura molecular determina a função da enzima.

O metabolismo é organizado em rotas, em que o produto de uma reação é um reagente para a próxima reação. Cada reação é catalisada por uma enzima. A atividade da enzima está sujeita à regulação, existindo inibidores temporários ou não.

As rotas metabólicas ocorrem em pequenos passos, cada um catalisado por uma enzima específica. Essas rotas são frequentemente compartimentadas e altamente regulares. É possível obter energia e elétrons da glicose, assim liberar energia da *glicose*. Ocorrem reações químicas passando da glicose ao *piruvato*, assim também ocorrendo a oxidação do piruvato.

Dentro do metabolismo há o ciclo do ácido cítrico e uma cadeia respiratória com componentes combinados como os elétrons, bomba de prótons e **ATP**; ocorre a fermentação (**ATP** da glicose sem oxigênio). Comparando os rendimentos de energia: para cada molécula de glicose utilizada, a fermentação rende duas moléculas de **ATP**. Em comparação, a *glicólise*, operando com a oxidação do piruvato, o ciclo do ácido cítrico e a cadeia respiratória, rende 36 moléculas de **ATP** por moléculas de glicose.

As rotas catalíticas alimentam rotas respiratórias e os polissacarídeos são decompostos em glicose, que inicia a glicólise regulando as rotas de energia, aumentando ou diminuindo de acordo com a atuação de cada rota que colhe a energia química.

Se observarmos bem, a vida sobre a Terra depende da absorção de energia luminosa do sol. Nas plantas, a fotossíntese acontece nos cloroplastos. Este é um processo muito ou totalmente importante para todas as reações químicas que vimos até agora, inclusive, como já foi dito, o oxigênio tão necessário para os seres vivos e todos os seus processos, além da temperatura do planeta

dependem deste tipo de captura. A vida como se apresenta tal e qual como vem evoluindo de forma tão complexa está diretamente ligada à *Fotossíntese*.

## PARTE II

### Informação e Hereditariedade

Existem sistemas de reprodução celular, pois se as células não se dividissem, não ocorreria a reprodução celular, o crescimento e o reparo de um organismo. Para que tudo ocorra corretamente é preciso que haja a interfase e controle da divisão celular, os cromossomos eucarióticos que contêm **DNA** e proteínas precisam de uma regulamentação já que são multicelulares e tudo não pode fugir do controle para o “bem-estar” dos organismos.

Em meio a tudo isso, a mitose é responsável pela distribuição de cópias exatas da informação genética (**DNA**), ocorre a *citocinese*, que é a divisão do citoplasma. Para dar continuidade existem as reproduções sexuadas (cópias com dois gametas diferentes formando um novo ser) e as assexuadas (cópias idênticas ou clones), a *meiose* é mais complexa que a *mitose* e consiste de duas divisões nucleares, tão importantes para a adequação aos ambientes diferentes. Em caso de ocorrência de erro meiótico, surgem as anomalias ou morte celular.

A genética é um estudo fundamental para a lei da continuidade e da adaptação. Mas Mendel foi superado, pois, embora tenha se aplicado bastante, suas conclusões mostraram-se simples diante de outras descobertas, na verdade, redescobertas.

Ele fez estudos com plantas de ervilhas de jardim porque apresentavam formas mais simples e evidentes da diferenciação. Mas, novos alelos são criados por mutação, e muitos genes possuem múltiplos alelos. A dominância não é completa, uma vez que ambos os alelos em um organismo heterozigoto podem ser expressos no fenótipo.

As interações gênicas ocorrem, devido não só a interação dos produtos de genes diferentes, mas sofrem influência até da temperatura, da nutrição e da luz. Cada cromossomo carrega muitos genes. Esses genes no mesmo cromossomo são denominados ligados sendo herdados juntos com frequência.

A determinação sexual e a herança ligada ao sexo ocorrem dos dois lados: maternos e paternos, cromossomos X e Y. Já nas organelas a herança é via óvulo (materna), pois os gametas masculinos contribuem somente com seu núcleo para o zigoto na fertilização.

O **DNA** é o material genético, sendo colocado isso em evidência por causa de testes feitos com uma linhagem de **DNA** virulento e outro de bactéria, transformando tudo onde foram aplicados.

A estrutura da molécula do **DNA** possui forma de hélice, isso foi descoberto devido a um **raio-X** realizado. O mesmo é composto de *nucleotídeos* possuindo uma das quatro bases – adenina, citosina, timina e guanina. Através de análises bioquímicas descobriu-se que a quantidade de adenina se iguala à de timina e a de guanina se iguala à de citosina. Essas hélices de fita dupla mostram fitas antiparalelas e bases unidas por pontes de hidrogênio. Isso responde pela informação genética, mutações e funções de replicação do **DNA**. Nesta replicação existem mecanismos, revisão e reparo do **DNA**.

Os genes são feitos de **DNA** e são expressos no fenótipo como *polipeptídeos* (proteínas). O fluxo da informação ocorre desta forma: **DNA** => **RNA** => proteína. O que difere o **RNA** do **DNA** são três maneiras: sua fita é simples, sua molécula de açúcar é ribose em vez de desoxirribose e sua quarta base é uracil em vez de timina. Em retrovírus funcionam diferente: do **RNA** para o **DNA** e em alguns casos do **RNA** direto para a proteína.

O **RNA** é transcrito a partir do **DNA** após as bases do **DNA** serem expostas pela separação da dupla-hélice. Em uma região do **DNA**, somente uma das duas fitas pode atuar como molde para a transcrição. O **RNA polimerase** catalisa a transcrição a partir da fita-molde do **DNA**. Para isso se iniciar, o **RNA** tem que reconhecer e se ligar fortemente à sequência promotora do **DNA**.

O código genético consiste de trincas de nucleotídeos (*códons*). Uma vez que são quatro bases, existem 64 códons possíveis. Um único códon não especifica mais do que um aminoácido, por causa de seu número limitado e redundante.

A preparação para a tradução segue nesta sequência: ligando **RNAs**, Aminoácidos e Ribossomos. Já na própria tradução, a síntese de polipeptídeos é dirigida por **RNA**. Neste processo também existem regulações da tradução e



os eventos pós-traducionais. E mesmo sendo tão regulados metodicamente também ocorrem as mutações, ou seja, alterações herdáveis nos genes.

Os vírus e procariotos são úteis na investigação da natureza dos genes, uma vez que contém muito menos **DNA** do que os eucariotos; crescem e reproduzem-se rapidamente e são haploides. Os vírus tiveram suas descobertas graças às doenças (sendo agentes causadores), por serem muito pequenos e passarem por filtros que eram capazes de reter bactérias e possuírem uma capa proteica e membrana lipídica derivada das membranas dos hospedeiros. Eles são parasitas intracelulares obrigatórios, pois necessitam da maquinaria bioquímica de células vivas para reproduzirem-se. Existem vários tipos de vírus.

As bactérias (procariotos) se dividem, formam clones de células idênticas que podem ser observadas como colônias quando crescem em meio sólido. Transferem seus genes para outras bactérias por conjugação, transformação ou transdução.

Nos procariotos, a expressão de alguns genes é regulada; seus produtos são feitos somente quando necessários. Outros genes, denominados de genes constitutivos, cujos produtos são essenciais para a célula o tempo todo, são constantemente expressos. Um composto que estimula a síntese de uma enzima é denominado de indutor. Esta regulação aumenta a eficiência do **RNA polimerase**.

Ocorre também o controle da transcrição em vírus. Nos procariotos a genômica funcional relaciona sequências gênicas a funções.

Embora os eucariotos tenham mais **DNA** nos seus genomas do que os procariotos, não existe relação aparente em alguns casos entre o tamanho do genoma e a complexidade do organismo. O **DNA** eucarioto, diferente do **DNA** procarioto, está separado do citoplasma porque está contido dentro de um núcleo.

O **DNA** altamente repetitivo está presente em até milhões de cópias de sequências curtas. Não é transcrito e seu papel é desconhecido. O **DNA telomérico** é encontrado no final dos cromossomos. Alguns destes podem ser perdidos durante cada replicação de **DNA**, em alguns casos levando à instabilidade do cromossomo e à morte celular.

O gene que tem sequências não-codificantes internas é um específico que codifica proteínas. Os genes eucariotos podem ser controlados em nível de transcrição (seletiva), pós-transcrição, tradução e pós-tradução. Na pós-transcrição ocorre um controle para produzir diferentes proteínas. Para a tradução e a pós-tradução também há um controle para degradação de proteínas que são marcadas para a quebra.

As células recebem muitos sinais, tanto a partir do ambiente físico como de outras células. Essa sinalização envolve três etapas: a ligação de um sinal por receptor, a transdução do sinal dentro da célula e a resposta celular. As células respondem aos sinais só se tiverem proteínas receptoras específicas que puderem se ligar a esses sinais.

A transdução de sinal tem eventos diretos (ocorre na membrana plasmática) ou indiretos (envolve a formação de uma segunda mensagem). Como efeito, a resposta celular definitiva a um sinal pode ser a abertura de canais de membrana, a alteração de atividades de enzimas ou as mudanças na transcrição de genes.

Organismos multicelulares desenvolvem-se por meio de uma série de estágios embrionários até formarem-se adultos. O desenvolvimento continua até a morte. O crescimento é o resultado de combinação de divisão celular e expansão da mesma.

O zigoto, a diferenciação de genes e as células-tronco têm papel expressivo na diferenciação celular. A polaridade na determinação celular, a indução embrionária na determinação celular, o padrão de formação no desenvolvimento de órgãos e a expressão gênica diferencial no estabelecimento da segmentação do corpo também são fundamentais no papel da evolução e do desenvolvimento.

Conhecer a transcrição do **DNA** é fundamental na tradução e na replicação utilizada para criar molécula de **DNA** recombinante, isso é feito a partir de organismos diferentes. Essa recombinação (clone de genes) geralmente é utilizada com bactérias, leveduras e células de plantas.

As fontes para clonagem de genes estão diretamente ligadas ao corte de **DNA** por enzimas de restrição que produz muitos fragmentos podendo ser combinados individual ou aleatoriamente com um vetor e inseridos em um hospedeiro para construir uma biblioteca gênica.

Parece claro que há algumas técnicas adicionais para manipulação do **DNA**, uma delas é a combinação homóloga, usada para reprimir um gene em um organismo. Com a capacidade de clonar genes, tornaram-se possíveis muitas aplicações novas na biotecnologia, tal como a produção em grande escala de produtos de genes eucarióticos.

Existem doenças que são causadas pelas mutações que afetam proteínas estruturais. Nestes casos de fundo genético ou uma única proteína está ausente ou é não-funcional.

É possível isolar vários genes responsáveis por doenças humanas, graças às técnicas de biologia molecular. O tamanho das mutações em humanos pode variar de mutações pontuais até grandes deleções. Também é possível detectar a grande diversidade da genética humana. O câncer é um forte exemplo de doença de alterações genéticas, podendo ser benigno ou maligno (alastrando-se pelos órgãos e para outras partes do organismo).

A grande maioria das doenças genéticas é tratada sintomaticamente. Mas com muitos estudos, tratamentos específicos vêm sendo realizados. Para fazer o sequenciamento do genoma humano, requerendo o sequenciamento de muitos fragmentos de 500 pares de bases e depois o encaixe das sequências juntas outra vez, sendo identificadas e mapeadas.

Animais defendem-se a si próprios contra *patógenos* tanto por meio da resposta inata (**inespecífica**) como da específica. Muitas de nossas defesas são implementadas por células e proteínas transportadas pela corrente sanguínea e pelo sistema linfático. Os glóbulos brancos (**linfócitos e fagócitos**) desempenham vários papéis de defesa.

Existem diferenças entre defesas inatas e específicas: as defesas inatas de um animal incluem barreiras físicas, competição com microrganismos resistentes e agentes locais e secreções que contêm enzimas antibacterianas; as específicas têm quatro características que definem a resposta imune; especificidade, capacidade de responder a uma diversidade enorme de antígenos, capacidade de distinguir entre o próprio e não-próprio e memória.

Nesta luta pela imunidade temos as células **B** que são a resposta imune humoral e as células **T** que são a resposta imune celular. As primeiras se transformam em **plasmócitos**, que sintetizam e secretam anticorpos específicos e as segundas direcionam-se contra células do corpo que estão

alteradas ou contra antígenos de células próprias infectadas. Em alguns momentos as células **TH** convocam ou ativam as células **B** para auxiliar no desenvolvimento de outras células **T** e macrófagos.

Há a diversidade de anticorpos com bases genéticas de várias famílias e graças aos mecanismos de rearranjo de **DNA** existentes se gera essa imensa diversidade de moléculas do sistema imune. Mas como em todos os organismos existem regulações perfeitas e em alguns casos foge-se deste controle, gerando distúrbios do sistema imune, a alergia é um destes resultados de reação exacerbada a um dado antígeno.

## **VOLUME II**

### **EVOLUÇÃO, DIVERSIDADE E ECOLOGIA**

#### **PARTE III**

##### **Processos Evolutivos**

Podemos chamar de **microevolução** as alterações que acontecem durante o tempo de vida das espécies. Já as mudanças que ocorrem envolvendo o aparecimento de novas espécies e linhagens evolutivas são chamadas de **macroevoluções**.

Só sabemos a idade relativa da Terra através dos **radioisótopos** que medem a idade absoluta das rochas e seu conteúdo fóssil. A Terra tem sua história geológica dividida em eras e períodos.

A Terra veio mudando ao longo de tempo, físico e quimicamente. Um exemplo disso é o oxigênio que respiramos hoje, já que os procariotos passaram a usar a água como fonte de hidrogênio na fotossíntese. Com esse aumento de oxigênio na atmosfera ocorreu a evolução dos organismos em eucariotos e multicelulares.

Graças aos registros fósseis, embora incompletos, podemos estudar a história da vida na Terra e sua evolução. As mudanças mais bruscas são lentas, as mais relevantes vêm de um passado remoto. Mas o futuro da evolução está um tanto quanto mais acelerado por causa da grande intervenção humana.

Dentre os mecanismos evolutivos, temos Darwin que desenvolveu sua teoria de evolução pela seleção natural. Mesmo com a genética moderna elucidando os mecanismos da hereditariedade (os quais Darwin nem conheceu), sua teoria tem fornecido uma base sólida e de sustentação.

Existe, no planeta, uma diversidade genética intrapopulacional. Para se medir o equilíbrio de uma população sendo modificada, utiliza-se os pressupostos do equilíbrio de **Hardy-Weinberg**, sem migração, com cruzamentos aleatórios e que por estar sofrendo mutação em meio a tudo isso acaba sendo ignorado e a seleção natural não está agindo sobre ela.

Por causa destas mutações frequentes podemos dizer que há mudanças na estrutura genética das populações, as quais podemos chamar de microevolução. Mesmo que a seleção estabilizadora e a seleção diferencial tendam a provocar reduções da diversidade genética, a maioria das populações apresenta alto grau desta diversidade, que está sendo mantida.

Os *genótipos* também determinam os *fenótipos* que, sofrem influência tanto dos genes quanto de fatores ambientais. Existem limites na evolução e já que a seleção natural atua pela modificação de frequências de algo que já existe, uma população não pode temporariamente ficar menos adaptada com o objetivo de obter alguma vantagem, a longo prazo. Por isso, existem as evoluções rápidas e / ou as lentas.

As espécies são as unidades evolutivas independentes. Nem todas as mudanças evolutivas resultam em novas espécies. Existem três tipos de especiação: **alopátrica** (geométrica), **simpátrica** (multiplicação no número de cromossomos, não podendo se inter cruzar entre membros da espécie parental) e **parapátrica** (diferenças ambientais significativas previnem o fluxo gênico entre indivíduos que vivem em ambientes adjacentes).

Em alguns casos ocorrem mecanismos de isolamento reprodutivo entre as espécies. A ocorrência de variação nas taxas de especiação influenciada pelo número de espécies em uma linhagem, pelo tamanho de seu habitat, pelo seu comportamento, pelas mudanças ambientais e pelo tempo de geração. E quando há a ocorrência de superação da taxa de extinção pela taxa de especiação, ocorrem radiações evolutivas.

Os padrões de evolução da vida na Terra são mostrados através das árvores *filogenéticas*. Elas ajudam biólogos a lidar com uma larga variedade de

problemas práticos. Existem características que são herdadas de um ancestral comum, a isso chamamos de *homólogas*. Já a forma encontrada em ancestral de diferente linhagem é chamada de característica *derivada*. As características semelhantes são resultado de convergência, reversão e evolução paralela e conhecidas como *homoplásticas*.

Para se determinar relacionamentos evolutivos, os sistêmatas usam dados sobre fósseis e o rico conjunto de dados morfológicos e moleculares disponíveis nos organismos atuais. As árvores filogenéticas ajudam os biólogos a determinar e classificar linhagens derivadas dos organismos. Existe uma classificação hierárquica das espécies, classificação biológica e relacionamentos evolucionários.

Há uma diferença entre evolução molecular e evolução fenotípica. Naquela, suas mutações e a deriva genética são determinantes muito mais importantes das taxas da evolução molecular. Através de seus estudos é possível determinar os padrões da mudança evolutiva nas moléculas que compõem os organismos e também os processos que causam estas mudanças e utilização de novos conceitos para tentar resolver outros problemas biológicos. É possível determinar e comparar a estrutura das macromoléculas.

A maioria dos genes surge por meio da duplicação gênica: duplicação do genoma e dos domínios. As proteínas adquirem novas funções e isso pode resultar na duplicação gênica, isso tudo desempenhado pelas moléculas. Existe uma organização e evolução do genoma que pode variar de tamanho mais do que cem vezes, embora o **DNA codificante** varie bem menos.

A vida originou-se há quatro bilhões de anos de matéria não-viva. Estabeleceu-se uma regra científica em torno disso com três princípios: o princípio da continuidade, dos vestígios e do “nada é de graça”. As condições necessárias para a origem da vida têm a ver até mesmo com os momentos antes de a vida surgir, por causa das reações de *polimerização* que geraram os carboidratos, os lipídeos, os aminoácidos e os ácidos nucleicos dos quais os organismos são formados. Essas moléculas se acumularam nos oceanos.

É importante percebermos e nos convenceremos de que a vida na atmosfera atual não pode ser originada de matéria não-viva, como o próprio **Louis Pasteur** e outros cientistas se convenceram através de seus experimentos. Embora as condições da Terra tenham flutuado muito, elas foram adequadas

aos organismos pluricelulares por quase um bilhão de anos, havendo pouca possibilidade deste tipo de vida em outros planetas, a não ser a manutenção de vida procariótica.

## PARTE IV

### A Evolução da Diversidade

Organismos vivos são divididos em três domínios: *Bacteria*, *Archaea* e *Eukarya*. Embora só *Archaea* e Bactérias sejam procarióticos, um difere bem do outro mais do que *Archaea* de *Eukarya*, o qual constitui o resto do mundo vivo. Os procariotos são mais simples, mas são os mais numerosos da Terra, não possuem núcleos, organelas envolvidas por membranas, nem **citoesqueletos**. Têm cromossomos circulares. Muitas vezes possuem *plasmídeos*. Alguns possuem sistema de membrana interno. A maioria tem forma de *cocos*, *bacilos* ou *espirais*.

Muitos se movem por meio de vesículas de gás, flagelos ou mecanismos de deslizamento. Reproduzem-se assexuadamente por fissão, mas também trocam informação genética. Têm parede celular diferente daquelas dos eucariotos, entre outras diferenças. Alguns procariotos exercem funções-chave para os ciclos do nitrogênio e do enxofre. O oxigênio foi gerado graças as *cianobactérias* através da fotossíntese.

As bactérias em geral são mais conhecidas do que archaeas. Bactérias mais antigas assim como archaeas mais antigas são *termófilas*, sugerindo que a vida tenha sido originada em um ambiente quente. Existem alguns tipos classificados em quatro tipos nutricionais: *Cyanobacteria*, *Chlamydia*, *espiroquetas*, *firmicutes* e *micoplasmas*.

As archaeas possuem paredes celulares sem *peptideoglicano*, seus lipídeos de membrana diferem daqueles de bactérias e de eucariotos. O domínio *Archaea* é dividido em dois reinos: *Crenarchaeota* e *Euryarchaeota*. Já as archaeas do gênero *Thermoplasma* não possuem parede celular, são *termófilas* e *acidófilas* e possuem um genoma minúsculo (um milhão e cem mil pares de bases).

Os protistas não são um grupo *monofilético*. Aqui eles são tratados simplesmente como sendo todos os eucariotos que não são plantas, fungos ou

animais. A célula eucariótica atual surgiu de um procarioto ancestral em várias etapas. A maior parte dos protistas é aquática, sendo que alguns vivem dentro de outros organismos. A maioria é unicelular e microscópica, mas muitos são multicelulares e alguns poucos são enormes.

Existe uma diversidade de protistas, divididas em grupos: *Euglenozoa*, *Alveolata*, *Stramenopila*, *Rhodophyta*, *Chlorophyta* e *Choanoflagellida*. Os protistas fazem endossimbiose de três formas: primária, secundária e terciária. Existem também algumas formas de organismos recorrentes (relacionados e não-relacionados): as *amebas*, os *actinópodes*, os *foraminíferos* e os *fungos gelatinosos* acelulares e celulares.

As plantas são eucariontes fotossintetizantes que utilizam as clorofilas **a** e **b**, armazenam carboidrato na forma de amido e se desenvolvem a partir de embriões protegidos pelo tecido parental. Seus ciclos de vida alternam das gerações: *gametofítica* e *esporofítica*. Há doze filios sobreviventes delas agrupados em duas categorias principais, as *atraqueófitas* e as *traqueófitas*. Surgiram de um ancestral comum que era alga verde, musgo ou *coleochaete*.

As plantas atuais tiveram passos primordiais da evolução vegetal através da inclusão e aquisição de uma cutícula, os gametângios, um embrião protegido, os pigmentos protetores e as paredes celulares espessas. As **atraqueófitas** são mais antigas, são elas: **Hepáticas**, **Antocerófilas** e **Musgos**, sendo mais rudimentares.

Ocorreu ao longo do tempo a introdução das **Traqueófitas** (tecido vascular com **traqueides** e outras células especializadas designadas para conduzir água, minerais e alimentos). Estas estão agrupadas em nove filios formando dois grandes grupos: as **traqueófitas** sem sementes e as plantas com sementes.

As *gimnospermas* e as *angiospermas* são as plantas com sementes, estas são **heterósporas** e possuem gametófitos muito reduzidos. A maioria destas plantas atuais com sementes não possui gametas móveis, não necessitando de água líquida para a fertilização. O gametófito masculino – o grão de pólen – é dispersado pelo vento ou por animais. Suas sementes representam o estágio latente bem-protegido e com frequência contém alimento que sustenta o crescimento do embrião.



As gimnospermas são sementes nuas e ainda predominam em florestas das regiões norte do Hemisfério Norte e em elevadas altitudes. As angiospermas são plantas com flores, distinguem-se pela dupla fertilização, resultando num tecido triploide nutritivo, o **endosperma**. Seus óvulos e sementes estão envoltos por um carpelo e também são caracterizados pela produção de flores e frutos.

Os fungos são os principais decompositores de matéria orgânica morta na biosfera e são os parceiros nutricionais de quase todas as plantas vasculares. Alguns são graves patógenos de plantas e animais (também os humanos). São eucariotos heterótrofos com nutrição absorptiva. Podem ser **sapróbrios**, **parasitas** ou **mutualistas**. São organismos compostos de hifas multinucleadas com paredes quitinosas, geralmente agregadas formando um micélio. Somente as leveduras são unicelulares.

Os fungos reproduzem-se assexuadamente por meio de esporos. Só se reproduzem sexuadamente quando as hifas ou as células móveis de tipos sexuais diferentes (compatíveis) se encontram e se fundem. O Reino *Fungi* consiste de quatro filos: *Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Ascomycota* e *Basidiomycota*.

Todas as evidências apontam para que se acredite que todos os membros do Reino *Animalia* tenham um ancestral protista flagelado em comum. Foi através da especialização das células de acordo com funções exercidas pelas mesmas que possibilitou o surgimento de um plano corporal complexo e multicelular nos animais.

Suas filogenias são similares. Os animais são classificados em **acelomados**, **pseudocelomados** ou **celomados**. Há a crença de que suas linhagens – **Protostomados** e **Deuterostomados** – tenham se separado já inicialmente na evolução animal, diferindo entre si em diversos pontos do desenvolvimento embrionário inicial.

Seus corpos possuem planos corporais padrões estruturais básicos. Existe uma classificação específica sendo: **E esponjas** – Animais flexivelmente organizados; **Cnidários** – Camadas celulares e intestino fechado e **Ctenóforos** – Tubo digestivo completo e tentáculos.

Mas ocorreu uma evolução dos animais de simetria bilateral, dentro disto temos os Protostomados e Deuterostomados com uma separação inicial destas

linhagens. Aí vêm os grupos principais: **Hofotrocozoários Simples**; os **Lofoforados** com um plano corporal primitivo; os **Spiralians** com planos corporais vermiformes e **Corpos Segmentados** com locomoção aperfeiçoada. Houve uma importante inovação durante a evolução animal – o exoesqueleto. O animal que o possui troca periodicamente seu exoesqueleto substituindo-o por outro maior. Graças a isso, novos planos corporais surgiram na linhagem dos **Ecdisozoários**: **Cutículas**: exoesqueletos flexíveis e assegmentados e os **Artrópodes** e seus semelhantes: esqueletos externos segmentados.

A partir daí, os **Quelicerados** invadiram a Terra: escorpiões, opiliões, aranhas, ácaros e carrapatos. Também vieram os crustáceos, que são diversificados e abundantes: camarões, lagostas, lagostins, caranguejos, tatuzinhos – de – jardim, e bichos – de – pé. Estes crustáceos citados costumam não ser apenas terrestres, já os **Unirremes** o são primordialmente.

Dentro desta complexidade de animais temos a linhagem dos **Deuterostomados**, que se separou dos **Protostomados** no início da história da vida animal na Terra. São em menos números de linhagens e espécies, mas existe interesse especial sobre elas. Há os **Equinodermos** com simetria birradial complexa com plano corporal radialmente simétrico, sistema vascular de água típico e um esqueleto interno calcificado. Há também os **Cordados** com novas maneiras de se alimentar.

Ocorreu então a origem dos vertebrados. Estes desenvolveram esqueletos internos articulados centrados ao redor de uma coluna vertebral, um plano corporal permitiu que eles nadassem rapidamente – os peixes. Depois foram colonizando a Terra e obtendo oxigênio do ar, exemplos claros são os anfíbios e répteis.

Em torno de 175 milhões de anos atrás, surgiram as aves, com penas e capacidade de voar. Há aproximadamente 225 milhões de anos, os mamíferos vieram evoluindo. Eles são fecundados através da fertilização dos óvulos dentro da fêmea e os embriões desenvolvem-se no útero, levando um tempo para nascerem. São os únicos animais que amamentam seus filhotes, sendo que apenas três espécies colocam ovos, diferente dos outros mamíferos que dão a luz ao filho já desenvolvido. Os primatas dividem-se em duas grandes linhagens, um que levou aos **prossímios** e outra aos **antropoides** (micos,

macacos e humanos). Os *hominídeos* surgiram na África a partir de ancestrais terrestres bípedes e, foi a espécie que mais se desenvolveu até a atualidade.

## **VOLUME III**

### **PLANTAS E ANIMAIS**

#### **PARTE V**

##### **A Biologia de Plantas com Flores**

Há duas especificações para denominar algumas diferenças nos órgãos vegetativos do corpo dos angiospermas: as *monocotiledôneas*. Estes órgãos são as raízes, com seu sistema de raízes. E os caules e as folhas, que formam o sistema caulinar. Cada órgão tem uma função necessária para sua manutenção e sobrevivência. As raízes, por exemplo, fixam a planta absorvendo água e minerais. Os caules sustentam folhas e gemas e as folhas são as grandes responsáveis pela maior parte da fotossíntese.

As plantas possuem células vegetais específicas para cada função. Também possuem tecidos vegetais que se estendem ao longo do corpo da planta. Esses tecidos têm seus sistemas que são: **vascular**, **dérmico** e **fundamental**. Na formação do corpo da planta, temos como parte de seu plano do corpo vegetal o padrão apical-basal e o padrão radial. Nas plantas o crescimento de caules e raízes é indeterminado enquanto que o das folhas e frutos é determinado. E é a anatomia foliar que sustenta a fotossíntese.

A absorção e transporte de água e minerais ocorre através das raízes. Ocorre também o transporte de água e minerais no Xilema. Para que as plantas não evaporem água em excesso existem os estômatos que minimizam este efeito através das cutículas das folhas, fazendo uma retenção de água e absorvendo o dióxido de carbono.

As plantas obtêm nutrientes através da fotossíntese, portanto são **autótrofos**. Para se nutrir, elas necessitam de quatorze elementos minerais essenciais, que são extraídos da terra. Para que as plantas consigam fixar o nitrogênio, elas precisam de bactérias do solo. As mesmas metabolizam o enxofre e com isso

formam os aminoácidos **cisteína** e **metionina**. Os vegetais são espermatófitos heterotróficos e os carnívoros.

Para que ocorra uma interação de fatores no desenvolvimento vegetal, são necessários para desempenhar este papel: o **ambiente**, os **fotorreceptores**, os **hormônios** e o **genoma**. As plantas vão da semente à sua morte e este desenvolvimento precisa da contribuição da divisão, da expansão e da diferenciação. Mas da dormência da semente (que é essencial no papel de adaptação) passa-se também à sua germinação.

Existem hormônios e substâncias químicas ou não que influenciam na manutenção específica em cada processo das plantas, são eles: **GIBERELINAS** – reguladores desde a germinação até o crescimento do fruto; **AUXINA** – influencia no crescimento e na forma da planta; **CITOCININAS** – sendo ativas da semente à senescência; **ETILENO** – hormônio gasoso que promove a senescência; **ÁCIDO ABSCÍSICO** – hormônio do estresse; **OLIGOSSACARINAS** – hormônios em defesas vegetais; **BRASSINOSTERÓIDES** – “novos” hormônios com efeitos múltiplos e por fim, **LUZ** e **FOTORRECEPTORES**.

Existem muitas maneiras de reprodução das plantas com flores, sendo que, a maioria dos angiospermas, se reproduz sexuadamente, mas também assexuadamente. Os dois tipos de reprodução são importantes para a agricultura. A reprodução sexuada é interessante porque promove diversidade genética, a flor é um dispositivo deste tipo de reprodução (angiosperma). Neste tipo de reprodução ocorre a transformação ao estado de florescimento, o controle fotoperiódico do florescimento e a vernalização e florescimento. Já a reprodução assexuada, permite que os organismos se multipliquem mais rapidamente e sejam mais bem adaptados ao seu ambiente.

As plantas passam por processos de adaptações por causa dos desafios ambientais, uma vez que elas evoluem juntamente com os patógenos, sua resposta é criar mecanismos de defesa e tornarem-se mais fortes. Na relação entre as plantas e os herbívoros ocorrem perdas e benefícios, em cada situação uma resposta diferente. Elas também enfrentam os extremos, como: solos secos ou saturados; ambientes salinos; habitats com impactos por causa de metais pesados e ambientes quentes e frios.

## PARTE VI

### A Biologia dos Animais

A *homeostasia* é uma resposta à habilidade de controlar e regular as funções dos órgãos e dos sistemas, tendo que através disso manter a constância do ambiente interno (regulação da temperatura). Fazem parte da fisiologia animal os **tecidos**, os **órgãos** e os **sistemas**. Para que o corpo esteja em perfeito funcionamento é necessário que haja uma regulação **Fisiológica** e **Homeostática**, a temperatura regulada corretamente é fundamental à manutenção da vida. O hipotálamo é o órgão que possui pontos de ajuste, sendo o termostato dos vertebrados.

Os hormônios têm funções muito importantes no organismo dos animais, e eles são secretados pelas células endócrinas. No mundo dos vertebrados encontramos nove glândulas endócrinas que são de suma importância em seu desenvolvimento. O mecanismo de ação hormonal dos mesmos é um tanto quanto complexo e bem regulado.

As reproduções assexuadas e sexuadas têm duas diferenças. A diferença mais relevante é que na reprodução assexuada a diversidade genética é ausente, enquanto que na reprodução sexuada a diversidade é garantida e isso assegura maior adaptação. Alguns animais são reprodutores assexuados.

Na reprodução sexuada ocorre a liberação dos *espermatozoides* pelos machos que são introduzidos nos *ovários* das fêmeas (dentro de seus úteros) e se encontram com os óvulos já amadurecidos. A consistência da resposta sexual é de quatro fases: **excitação**, **platô**, **orgasmo** e **resolução**.

Na fertilização ocorrem interações entre *espermatozoide* e *óvulo*. Há uma clivagem onde se redistribui o **citoplasma**, na **gastrulação** se produz o projeto corporal, na **neurulação** inicia-se o sistema nervoso. Os embriões estão protegidos e nutridos por quatro membranas embrionárias. A gravidez em humanos é dividida em três trimestres, no primeiro período de três meses o embrião ainda está vulnerável e se ocorrer algum dano pode-se levar a defeitos após o nascimento. Nos próximos períodos ocorrem o crescimento e maturação dos órgãos e logo após, o nascimento.

O sistema nervoso é de extrema importância, pois é ele quem processa e transmite a informação, sendo traduzida pelas células sensoriais. Nos vertebrados, o que forma o sistema nervoso central são o **cérebro** e a **medula espinhal**, se comunicando com o sistema nervoso periférico. Neste processo, os neurônios geram e conduzem os impulsos nervosos através de comunicação de uns com os outros e com outras células nas junções especializadas chamadas **sínapses**. Mesmo para executar tarefas específicas, os neurônios trabalham juntos em redes de trabalho.

Quem passa as informações sobre o ambiente externo e interno e potenciais de ação, são as células sensoriais, que através de processos se adaptam permitindo ao sistema nervoso sensível a estímulos importantes ou novos. Os **quimiorreceptores** são os responsáveis em responder à moléculas específicas. Os **mecanorreceptores** são os que detectam os estímulos que distorcem as membranas e os **fotorreceptores** e os **sistemas visuais** respondem à luz.

O sistema nervoso possui estrutura, função e fluxo de informação. Existem o sistema nervoso central e o sistema nervoso periférico. Fazem parte do **SNC** (central) o **encéfalo** e a **medula espinhal**, e fazem parte do **SNP** (periférico) os **nervos cranianos** e **espinhais**. O feixe que é formado por muitos axônios que conduz informações do e para o sistema nervoso central é chamado de nervo. Nos vertebrados o sistema nervoso desenvolve-se a partir do tubo neural dorsal.

Para que haja um funcionamento adequado o sistema nervoso possui alguns **subsistemas** funcionais simultâneos, os mais importantes são a **medula espinhal**, a **formação reticular**, o **sistema límbico** e o **cérebro**. O processamento de informações é organizado por células em redes ou circuitos neuronais. Todos os órgãos do corpo são controlados pelo sistema nervoso central, já que se trata de sistema eficiente e rápido de processamento de informações. Existem vários processos regulados por funções específicas (separadas, mas intrinsicamente juntas) para a compreensão das funções cerebrais superiores, sendo que se regula sono e vigília, memória e aprendizagem, habilidades linguísticas e etc.

Junto a esses comandos que enviam respostas a estímulos, temos os **efetores**, que são os responsáveis por habilitarem os animais a responderem

às informações do ambiente interno e externo. Alguns mecanismos geram forças mecânicas e produzem movimento. Com relação aos não-vertebrados existem os **cílios**, **flagelos** e **estruturas de movimento celular**, já com relação aos vertebrados, existem três tipos musculares: **músculo liso**, **cardíaco** e **esquelético (estriado)**, cada um com sua função em resposta e movimentação de acordo com a necessidade do corpo. O sistema esquelético é o que promove a sustentação para a musculatura, sem ele, também não haveria a possibilidade destas respostas musculares. Existem também outros órgãos que são efetores (que não sejam os músculos): **cromatóforos**, **glândulas**, **nematocistos** e **estruturas** que produzem pulsos elétricos.

Para a manutenção e sobrevivência dos animais, existe uma necessidade da troca respiratória de gás. Grande parte das células precisa ser suprida constantemente pelo oxigênio e elimina o gás carbônico. Para que a troca ocorra, os fluidos corporais de um animal e seu ambiente têm que entrar em difusão.

Assim como em tudo, o sistema respiratório dos animais também vai se adaptando e evoluindo, cada um à sua maneira, desde mamíferos, insetos, e animais aquáticos e aves. Nos mamíferos esta troca tem como órgão principal os **pulmões**, mas ocorre este tipo de troca gasosa através de transporte **sanguíneo** também, sendo necessária a regulação através do ritmo da respiração para suprimento de oxigênio.

Como o organismo de um animal funciona como uma máquina, cheia de funções e com suas especializações, encontramos vários sistemas para seu perfeito funcionamento. Os sistemas: vascular e circulatório são de grande importância para tudo, pois quando um organismo pára, geralmente é por mau funcionamento destes.

Os sistemas circulatórios consistem de **bombas**, **vasos** e **sangue**. Nos vertebrados o sistema circulatório consiste de um **coração** e um **sistema fechado de vasos** contendo sangue que é separado, ou seja, o coração humano é: duas bombas em uma, pois leva o sangue para longe do coração através das **artérias** e das **arteríolas** já os **capilares**, **vênulas** ou **veias** o trazem de volta (o sangue é oxigenado). Estes órgãos específicos responsáveis por levar e devolver o sangue ao coração, fazem parte do sistema vascular.

O sangue por ser um tecido fluido é dividido em uma porção plasmática (**água, sais e proteínas**) e em uma porção celular (**glóbulos vermelhos, glóbulos brancos e plaquetas**). Quem produz os componentes celulares do sangue é a medula óssea. O sangue contribui e muito para o controle e a regulação da circulação.

Os animais são **heterótrofos** que precisam se alimentar de seres **autótrofos**. Eles precisam de uma nutrição calórica à base de carboidratos, gorduras e proteínas, além de vitaminas e complementos. Cada animal tem uma adaptação diferente para sua alimentação. O processo de digestão envolve a quebra de moléculas alimentares complexas em monômeros que podem ser absorvidos e utilizados pelas células. Sua digestão é um tanto complexa, com vários órgãos em conjunção para funcionamento processado, existindo aí o controle e regulação da digestão e o mesmo controle do metabolismo energético e regulação do consumo dos alimentos.

No reino animal é necessário fazer um controle de água, íons de excreção do nitrogênio, afinal, eles se alimentam de têm que eliminar o que não é necessário ao organismo. Para isso existem os fluidos teciduais e o balanço da água, as diferenças ambientais e animais em termos de sais e água e a excreção do nitrogênio que geralmente ocorre através de animais aquáticos.

Os animais invertebrados têm vários sistemas excretores, mas o mais interessante a ser observado é o sistema **excretório** dos vertebrados, que é constituído de **néfrons** (unidade funcional dos rins), filtrando o sangue e eliminando a urina. Mesmo que a pressão sanguínea varie, existe um controle e regulação da função renal dos mamíferos. Uma das funções importantes do mecanismo auto-regulatório é a liberação de renina pelo rim quando a pressão sanguínea diminui.

Os animais sempre despertam curiosidade em estudos, especialmente quando o assunto são os seus comportamentos. Existem experiências que foram realizadas com várias espécies para verificar se o comportamento é moldado pela herança; o que os hormônios têm a ver com suas atitudes, e algo que sempre é avaliado, é a questão dos hormônios sexuais.

Com relação à genética é possível ver que genes também expressam os comportamentos. A comunicação, é algo de suma importância no comportamento dos animais, tanto para viverem suas vidas sociais, familiares e



até a forma que se comportam com relação ao sexo, se expondo e disputando território.

## **PARTE VII**

### **Ecologia e Biogeografia**

Os ecólogos estudam a natureza e as consequências das interações entre organismos e seus ambientes. A ecologia comportamental é o estudo de como os animais decidem onde executar suas atividades, selecionar os recursos de que necessitam, responder aos predadores e competidores e interagir com conspecíficos.

A ecologia populacional analisa a estrutura dos padrões no espaço e no tempo de uma população. Uma população consiste em todos os indivíduos de uma espécie dentro de uma determinada área. É medida a sua densidade populacional com sua dinâmica (mudanças temporais), os padrões de crescimento populacional, a regulação populacional e o quanto a **Binomia** influencia em seu crescimento e também o quanto os seres humanos podem manejar essas populações.

A ecologia de comunidades é o estudo dos tipos de interações ecológicas, os recursos e seus consumidores, a competição (com relação à procura e ao uso de recursos escassos), as interações entre predador – presa e parasita – hospedeiro, as interações neutras ou benéficas, a coevolução de espécies que interagem, o quanto algumas espécies têm maiores influências sobre a composição da comunidade, as alterações temporais nas comunidades e os efeitos indiretos das interações entre espécies.

Os organismos que vivem em uma determinada área, juntamente com o ambiente físico com o qual interagem, constituem um **ecossistema**. Numa escala global, a Terra é um único ecossistema. Fazem parte do estudo dos ecossistemas: os climas da Terra, fluxo de energia através dos ecossistemas, os ciclos de materiais através dos compartimentos do ecossistema e os ciclos biogeoquímicos.

A ciência que tenta explicar os padrões de distribuição da vida sobre a Terra é a **BIOGEOGRAFIA**. Seus estudos se baseiam no porquê de as espécies

serem encontradas em suas atuais distribuições; O papel da História da Biogeografia; A Ecologia e a Biogeografia, Os Biomas Terrestres e a Biogeografia e a História do Homem.

A Biologia da conservação trata de assuntos voltados à preservação das seguintes formas: Estimando as taxas atuais de **extinção**; Buscando motivos do porquê nos preocupamos com a extinção das espécies; Determinando as causas de ameaça e extinção; Prevenindo a extinção das espécies; Estabelecendo prioridades para os esforços de conservação; Restaurando ecossistemas degradados a os usos de Mercados e Conservação.

Os estudos têm apontado cada vez mais de que não são apenas os genes que determinam o comportamento de todos os animais, mas especialmente o que é *aprendido*, afinal, comportamento também gera cultura e através da mesma estudamos e avançamos cada vez mais para conhecermos melhor o mundo em que vivemos e tudo o que há de vida nele. Porque a vida é a ciência da Biologia.

14. TEIXEIRA, W. et al. (Org.). Decifrando a Terra. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

Claudemir Lopes Bozzi

Filósofo(UEL), com pós-graduação em Filosofia Política e Jurídica ,Professor efetivado de Filosofia da Rede Pública do Estado do Paraná.

## 1 O PLANETA E SUAS ORIGENS

A formação estrutural, ou formação de estruturas, refere-se a um problema fundamental em cosmologia física. O **Universo**, como se conhece, atualmente, a partir das observações da radiação de fundo de microondas, iniciou em um estado quente, denso e quase uniforme até 13,7 bilhões de anos. Entretanto, observando-se o céu atual, vemos estruturas em todas as escalas, desde estrelas, planetas até galáxias e, a escalas muito maiores, grupamentos galácticos e enormes vazios entre galáxias. O estudo da formação estrutural procura responder à questão de como tal complexidade e variedade de estruturas se formou a partir de um início relativamente homogêneo no universo primordial.

Assim, destaca Umberto Cordani, a Astronomia nos ensina que existem incontáveis estrelas no céu. Que há uma harmonia, e estão ordenadas. Mas como nasceu o universo?

Em cosmologia, *Big Bang* é a teoria científica que defende surgimento do universo a partir de um estado extremamente denso e quente há cerca de 13,7 bilhões de anos. Ela baseia-se em diversas observações que indicam que o universo está em expansão de acordo com um modelo Friedmann-Robertson-Walker, baseado na teoria da Relatividade Geral, dentre as quais a mais tradicional e importante é a relação entre os *redshifts* e distâncias de objetos longínquos, conhecida como Lei de Hubble, e na aplicação do princípio cosmológico.

Em um sentido mais estrito, o termo *Big Bang* designa a fase densa e quente pela qual passou o universo. Essa fase marcante, de início da expansão comparada a uma explosão, foi assim chamada pela primeira vez, de maneira desdenhosa, pelo físico inglês Fred Hoyle no programa *The Nature of Things* da rádio BBC. Hoyle, proponente do modelo (hoje abandonado) do universo estacionário, a ridicularizava.

Apesar de sua origem, a expressão “Big Bang” acabou perdendo sua conotação pejorativa e irônica para tornar-se o nome científico da época densa e quente pela qual passou o universo.

**Evolução Estelar e Formação dos Elementos.** A grande explosão térmica - *Big Bang*, ou grande explosão, também conhecida como modelo da grande explosão térmica, parte do princípio de Friedmann, pelo qual observa-se que, enquanto o Universo se expande, a radiação contida e a matéria se esfriam. Para entender a teoria do *Big Bang*, deve-se, em primeiro lugar, entender a expansão do Universo, de um ponto A para um ponto B; assim, podemos, a partir deste momento retroceder no espaço, portanto no tempo, até o Big Bang.

- As estrelas ou corpos celestes marcados com círculos são os mais distantes, logo os mais antigos já observados pelos humanos. A coloração avermelhada é devida ao efeito Doppler. Quando um corpo se afasta de um suposto centro, mais a sua imagem desvia para o vermelho, e quando se aproxima, ao contrário o desvio é para o azul. Como o afastamento é quase

para o vermelho de tonalidade mais escura, isto indica que se dá em altíssimas velocidades, (suas distâncias estão beirando os treze bilhões de anos-luz), algo bastante próximo do *Big-bang*. Estas formações indicam um Universo infantil, onde as grandes galáxias (presumivelmente) ainda não se haviam formado.

**Temperatura e Expansão.** Como a temperatura é a medida da energia média das partículas, e esta é proporcional à matéria do universo, de uma forma simplificada, ao dobrar o tamanho do universo, sua temperatura média cairá pela metade. Isto é, ao reduzir o tecido universal, portanto aumentando sua densidade, aquela dobrará; podemos ter um ponto de partida de temperatura máxima, e massa concentrada numa singularidade, que nos dará o tempo aproximado do início da aceleração da expansão do tecido universal, e sua gradual e constante desaceleração térmica. Para entender este processo, há que se usar um exemplo prático, a visão deve ser quadridimensional. Como os sentidos humanos somente percebem o espaço tridimensional (Coordenadas x, y, z), ilustrando a partir de um modelo em três dimensões fica mais compreensível, pois o tempo estaria numa coordenada "d", o que dificulta ao leitor comum a compreensão da evolução do tempo e espaço simultaneamente.

Imaginemos uma bolha de sabão, suponhamos que esta bolha seja preenchida por um fluido, deixemos o fluido de lado e concentremo-nos na superfície propriamente dita da bolha. Esta no início é um ponto de água com sabão, por algum motivo desconhecido, que não importa, começa a aumentar através da inserção de um gás, tomando a forma esférica. Observemos que, na medida em que o ar penetra preenchendo o interior da bolha de sabão (a exemplo de uma bexiga), começa a haver a expansão volumétrica do objeto. Concentremos-nos no diâmetro da bolha e na espessura da parede. Verificaremos que, à medida que seu diâmetro aumenta, a espessura diminui, ficando mais e mais tênue, pois a matéria está se desconcentrando e se espalhando em todas as direções. De uma maneira simplificada, podemos afirmar que o aumento do diâmetro da bolha é o universo em expansão; o aumento da área da superfície é a diminuição da densidade material; a redução da espessura da parede é a constante térmica que diminui à medida que o universo se expande.

## O sistema Solar.

- Representação esquemática do **Sistema Solar**.

O **Sistema Solar** é constituído pelo Sol e pelo conjunto dos corpos celestes que se encontram no seu campo gravítico, e que compreende os planetas, e uma miríade de outros objetos de menor dimensão, entre os quais se contam os planetas anões e os corpos menores do Sistema Solar (asteroides, transneptunianos e cometas).

Ainda não se sabe, ao certo, como o sistema solar foi formado. Existem várias teorias, mas apenas uma é atualmente aceita. Trata-se da Teoria Nebular ou Hipótese Nebular.

O Sol começou a brilhar quando o núcleo atingiu 10 milhões de graus Celsius, temperatura suficiente para iniciar reações de fusão nuclear. A radiação acabou por gerar um vento solar muito forte, conhecido como "onda de choque", que espalhou o gás e poeira restantes das redondezas da estrela recém-nascida para os planetas que se acabaram de formar a partir de enormes colisões entre os protoplanetas.

## Meteoritos.



O meteorito "Hoba West", o maior já encontrado.

Um **meteorito** é a denominação dada quando um meteoróide, formado por fragmentos de asteroides ou cometas ou ainda restos de planetas desintegrados, que podem variar de tamanho desde simples poeira a corpos celestes com quilômetros de diâmetro alcançam a superfície da Terra, pode ser um aerólito (rochoso), siderito (metálico) ou siderólito (metálico-rochoso). Tais

eventos acontecem aproximadamente 150 vezes por ano sobre toda a superfície terrestre.

### **Composição de um meteorito.**



**Meteorito Marília, condrito H4 caído em Marília-SP, em 05/10/1971**

Ao contrário dos meteoros (popularmente chamados de estrelas cadentes), os meteoritos que atingem a superfície da Terra não são consumidos completamente pelo fogo decorrente do atrito da atmosfera. Os mais comuns não contêm misturas de elementos, sendo compostos por cêndrulos, podendo também conter partículas de ferro. Os condritos carbonáceos podem conter moléculas complexas de hidrocarbonetos. Os meteoroides são corpos no espaço que ainda não atingiram a atmosfera terrestre. Os meteoritos metálicos são constituídos por ferro (aproximadamente 85%) e níquel (aproximadamente 14%), podendo conter outros elementos em menor proporção. São também designados de sideritos.

Além desses, ainda existem os meteoritos ferro-rochosos, que são uma mistura da liga de ferro-níquel (50%) e outros minerais (50%).

### **Planetologia Comparada.**

A **planetologia**, ciência planetária ou astronomia planetária, é o estudo dos sistemas planetários (os planetas, seus satélites naturais e outros objetos relacionados) com maior ênfase no Sistema Solar. Apesar disso, é crescente o interesse também nos Planetas extra-solares (planetas que não pertencem ao Sistema Solar). Em geral, estudam-se todos os objetos não-estelares (ou com dimensão inferior ao necessário para se iniciar uma reação nuclear), onde se incluem os meteoros e cometas.

Esta é uma ciência multidisciplinar, que toma parte das Geociências (Ciências da Terra), ou melhor, é similar a esta. A planetologia tem se tornado cada vez mais ampla e tem se expandido de forma desproporcional às demais áreas da astronomia. Outras diversas áreas, como Física clássica, Física nuclear, Geologia comparada (Astrogeologia), Astrobiologia, Química, Geografia Física (Geomorfologia e Cartografia) e Meteorologia tangem a área da planetologia.

Os conhecimentos dessas diversas ciências são utilizados para criar modelos dos corpos celestes, que depois são comparados com observações a partir da Terra e de sondas espaciais. A maior parte das observações é realizada sobre corpos do Sistema Solar, mas nos últimos anos tornou-se possível descobrir e obter dados sobre planetas mais distantes através da influência que exercem na estrela que orbitam. Uma vez comprovada a veracidade do modelo, este pode ser usado para analisar as teorias da formação de cada planeta e do sistema solar em conjunto. O envio de sondas à superfície dos planetas mais próximos possibilitou a melhoria dos resultados destes tipos de análise.

## **2. MINERAIS E ROCHAS: CONSTITUINTES DA TERRA SÓLIDA**

Minerais, conforme Madureira Filho, são elementos ou compostos químicos com composição definida dentro de certos limites, cristalizados e formados naturalmente por meio de processos geológicos inorgânicos, na Terra ou em corpos extraterrestres.



As rochas são unidades formadoras da Crosta. Rochas são produtos consolidados, resultantes da união natural de minerais. As rochas têm

os seus cristais ou grãos constituintes muito bem unidos. Podem ser rochas duras e rochas brandas.

Sabe-se que em geologia, rocha é um agregado sólido que ocorre naturalmente e é constituído por um ou mais minerais ou mineraloides. A camada externa sólida da Terra, conhecida por litosfera é constituída por rochas. O estudo científico das rochas é chamado de petrologia, um ramo da geologia. Os termos populares pedra e calhau se referem a uns pedaços soltos de rochas, ou fragmentos.



Para ser considerada como uma rocha, esse agregado tem que ter representatividade à escala cartográfica (ter volume suficiente) e ocorrer repetidamente no espaço e no tempo, ou seja, o fenômeno geológico que forma a rocha ser suficientemente importante na história geológica para se dizer que faz parte da dinâmica da Terra.

As rochas podem ser classificadas de acordo com sua composição química, sua forma estrutural, ou sua textura, sendo mais comum classificá-las de acordo com os processos de sua formação. Pelas suas origens, ou maneiras como foram formadas, as rochas são classificadas como ígneas, sedimentares, e rochas metamórficas. As rochas magmáticas foram formadas de magma, as sedimentares pela deposição de sedimentos e posterior compressão destes, e as rochas metamórficas por qualquer uma das primeiras duas categorias e posteriormente modificadas pelos efeitos de temperatura e pressão. Nos casos onde o material orgânico deixa uma impressão na rocha, o resultado é conhecido como fóssil.

Rochas Ígneas (ou magmáticas):

▪



### **O granito, um exemplo de rocha ígnea**

Essas rochas são resultados da solidificação e consolidação do magma (ou lava), daí o nome rochas magmáticas. Também conhecida como rochas ígneas.

O magma é um material pastoso que, há bilhões de anos, deu origem às primeiras rochas de nosso planeta, e ainda existe no interior da Terra. São as rochas formadas a partir do resfriamento do magma. Podem ser de dois tipos, a saber:

Vulcânicas (ou extrusivas) - são formadas por meio de erupções vulcânicas, através de um rápido processo de resfriamento na superfície. Alguns exemplos dessas rochas são o basalto e a pedra-pomes, cujo resfriamento dá-se na água. O vidro vulcânico é um tipo de rocha vulcânica de resfriamento rápido.

Plutônicas (ou intrusivas) - são formadas dentro da crosta por meio de um processo lento de resfriamento. Alguns exemplos são o granito e o diabásio.

### Sedimentares:



**O Quartzito, um exemplo de rocha metamórfica**

As rochas sedimentares fazem parte de 75% da superfície dos continentes, são as rochas formadas através do acúmulo de detritos, que podem ser orgânicos ou gerados por outras rochas. Classificam-se em: detríticas - são as rochas formadas a partir de detritos de outras rochas. Alguns exemplos são o arenito, o argilito, o varvito e o folhelho; quimiogênicas - resultam da precipitação de substâncias dissolvidas em água. Alguns exemplos são o sal gema, as estalactites e as estalagmites; biogênicas - são rochas formadas por restos de seres vivos. Alguns exemplos são o calcário conchífero,

formado através dos resíduos de conchas de animais marinhos, Possui o mineral calcite.; e o carvão, formado a partir dos resíduos de vegetais.

Metamórficas:

▪  
**O Quartzito, um exemplo de rocha metamórfica**

São as rochas formadas através da deformação de outras rochas, magmáticas, sedimentares e até mesmo outras rochas metamórficas, devido a alterações de condições ambientais, como a temperatura e a pressão ou ambas simultaneamente. Alguns exemplos são o gnaisse, formado a partir do granito; a ardósia, formada a partir do xisto; o mármore, formado a partir do calcário, e o quartzito, formado a partir do arenito.

As rochas mais antigas são as magmáticas seguidas pelas metamórficas. Elas datam das eras Pré-Cambriana e Paleozoica. Já as rochas sedimentares são de formação mais recente: datam das eras Paleozoica, Mesozoica e Cenozoica. Essas rochas formam um verdadeiro capeamento, ou seja, encobrem as rochas magmáticas e as metamórficas quando estas não estão afloradas à superfície da Terra.

### **3 SISMICIDADE E ESTRUTURA INTERNA DA TERRA**

Conforme Marcelo Assumpção, os terremotos, mais do que qualquer outro fenômeno natural, demonstram, inequivocamente, o caráter dinâmico da terra. É o que veremos a seguir.

Também chamada de sismo, é um fenômeno de vibração brusca e passageira da superfície da Terra, resultante de movimentos subterrâneos de placas rochosas, de atividade vulcânica, ou por deslocamentos (migração) de gases no interior da Terra, principalmente metano. O movimento é causado pela liberação rápida de grandes quantidades de energia sob a forma de ondas sísmicas.

Como bem lembra Assumpção, com o lento movimento das placas litosféricas, da ordem de alguns centímetros por ano, tensões vão se acumulando em vários pontos, principalmente perto de suas bordas. Estas tensões acumuladas podem ser compressivas ou distensivas, dependendo da

direção da movimentação relativa entre as placas. Quando tais tensões atingem o limite de resistência das rochas, ocorre uma ruptura; o movimento repentino de cada lado da ruptura gera vibrações que propagam em todas as direções. Assim, o plano de ruptura forma o que se chama de falha geológica. Os terremotos, assim, podem ocorrer no contanto entre placas litosféricas ou no interior de uma delas. Desta forma, o ponto onde se inicia a ruptura e a liberação das tensões acumuladas é chamado de hipocentro ou foco. Sua projeção na superfície é a profundidade focal.

Vale lembrar que a maior parte dos terremotos ocorrem nas fronteiras entre placas tectônicas, ou em falhas entre dois blocos rochosos. O comprimento de uma falha pode variar de alguns centímetros até milhares de quilômetros, como é o caso da falha de San Andreas na Califórnia, Estados Unidos.

Assim, como nosso exemplo acima, só nos Estados Unidos ocorrem de 12 mil a 14 mil terremotos anualmente. Baseado em registros históricos de longo prazo, aproximadamente 18 grandes terremotos (de 7,0 a 7,9 na Escala de Richter) e um terremoto gigante (8 ou acima) podem ser esperados num ano.

Entre os efeitos dos terremotos estão a vibração do solo, abertura de falhas, deslizamentos de terra, tsunamis, mudanças na rotação da Terra, além de efeitos deletérios em construções feitas pelo homem, resultando em perda de vidas, ferimentos e altos prejuízos financeiros e sociais (como o desabrigo de populações inteiras, facilitando a proliferação de doenças, fome, entre outros.). Vale lembrar que o maior terremoto já registrado foi o Grande Terremoto do Chile em 1960 que atingiu 9.5 na escala de Richter seguido pelo do Alasca em 1964 que atingiu 9.2 na mesma escala.

## **Tipos de sismos**

**1 Sismos de origem natural:** a maioria dos sismos está relacionada à natureza tectônica da Terra, sendo designados sismos tectônicos. A força tectônica das placas é aplicada na Litosfera, que desliza lenta mas constantemente sobre a Astenosfera devido às correntes de convecção com origem no Manto e no Núcleo (ver Tectônica de Placas).

As placas podem afastar-se – fenômeno tensão - ou colidir – fenômeno compressão - ou simplesmente deslizar uma pela outra – fenômeno torção. Com a aplicação destas forças, a rocha vai-se alterando até atingir o seu ponto de elasticidade, após o qual a matéria entra em ruptura e sofre uma libertação brusca de toda a energia acumulada durante a deformação elástica. A energia é libertada através de ondas sísmicas que se propagam pela superfície e interior da Terra. As rochas profundas fluem plasticamente em vez de entrar em ruptura (que seria um comportamento sólido – litosfera).

Estima-se que apenas 10% ou menos da energia total de um sismo se propague através das ondas sísmicas. Aos sismos que ocorrem na fronteira de placas tectônicas dá-se o nome de sismos interplacas, sendo os mais frequentes, enquanto que àqueles que ocorrem dentro da mesma placa litosférica dá-se o nome de sismos intraplacas e são menos frequentes.

Os sismos intraplacas também podem dar origem a sismos profundos, segundo as zonas de subducção (zonas de Benioff), ocorrendo entre os 100 e os 670 km. Devem-se à transformação de minerais - devido aos minerais transformarem-se noutros com forma mais densa - e este processo é repentino. Pode ocorrer no caso da desidratação da olivina, em que esta se transforma em vidro.

Também podem ser sismos de origem vulcânica, devendo-se às movimentações de magma dentro da câmara magmática ou devido à pressão causada por esse quando ascende à superfície, servindo assim para prever erupções vulcânicas. Está mais associado ao vulcanismo do tipo explosivo que às do tipo efusivo.

Existem ainda os sismos de afundimento, que ocorrem na sequência de deslizamentos de correntes turbídicas (grandes fragmentos de rocha que deslizam no talude continental) ou devido ao abatimento de cavidades ou do teto de grutas.

No entanto cientistas como Thomas Gold advogam que os sismos têm origem partir de migração de gases primordiais como hélio, metano, nitrogênio e hidrocarbonetos, em grandes profundidades no interior da terra. Nos limites de placas litosféricas a intensidade e ocorrência dos sismos são maiores, provavelmente pela comunicação mais próxima entre o manto e crosta. A migração dos gases sob alta pressão dissipam energia sísmica

através de falhas geológicas que podem atingir a superfície e causar sérios danos.

Sismos induzidos: estes são sismos associados à ação humana quer direta ou indiretamente. Podem-se dever à extração de minerais, água dos aquíferos ou de combustíveis fósseis, devido à pressão da água das albufeiras das barragens, grandes explosões ou a queda de grandes edifícios. Apesar de causarem vibrações na Terra, estes não podem ser considerados sismos no sentido lato, uma vez que geralmente dão origem a registros ou sismogramas diferentes dos terremotos de origem natural.

Alguns terremotos ocasionais têm sido associados à construção de grandes barragens e do enchimento das albufeiras por estas criadas, por exemplo na Barragem de Kariba no Zâmbia (África). O maior sismo induzido por esta causa ocorreu a 10 de Dezembro de 1967, na região de Koyna a oeste de Madrastra, na Índia. Teve uma magnitude de 6.3 na escala de Richter. Também têm a sua origem na extração de gás natural de depósitos subterrâneos.

Podem também ser provocados pela detonação de explosivos muito fortes, tais como explosões nucleares, que podem causar uma vibração de baixa magnitude. Assim, a bomba nuclear de 50 megatoneladas chamada Bomba tsar, detonada pela URSS em 1961, criou um sismo comparável aos de magnitude 7, produzindo vibrações tão fortes que foram registradas nos antípodas. Para dar efeito ao Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares, a Agência Internacional de Energia Atômica usa as ferramentas da sismologia para detectar atividades ilícitas tais como os testes de armamento nuclear. Com este sistema é possível determinar exatamente onde ocorreu uma explosão.

Já no tocante à profundidade dos sismos, estes podem ser classificados de três formas: superficiais, intermédios e profundos.

Superficiais – ocorrem entre a superfície e os 70 km de profundidade (85%); os intermédios – ocorrem entre os 70 e os 350 km de profundidade (12%); já os profundos – ocorrem entre os 350 e os 670 km de profundidade (3% dos sismos); por fim, os em profundidades superiores a 700 km são muito raros.

Não se pode olvidar que na crosta continental, a maior parte dos sismos ocorrem entre os 2 e os 20 km, sendo muito raros abaixo dos 20 km, uma vez que a temperatura e pressão são elevadas, fazendo com que a matéria seja dúctil e tenha mais elasticidade. Como a crosta oceânica é fria, nas zonas de subducção os sismos podem ser mais profundos.

Há sinais precursores, que nos alertam sobre os terremotos: aumento da emissão de gás rádón ou radônio; aumento da emissão de gás hélio; aumento da emissão de gás metano, com possível formação de nuvens de metano (coloridas); aumento da atividade de vulcão de lama; ocorrência de micro-sismos; alteração da condutividade elétrica; flutuações no campo magnético; modificações na densidade das rochas; variação dos níveis da água em poços próximos das falhas; anomalias no comportamento dos animais, por exemplo migração em massa de anfíbios; aumento da emissão de dióxido de carbono em áreas vulcânicas.

Já após o terremoto ou sismos, há ruídos sísmicos; alteração do caudal ou nível das fontes, poços e águas subterrâneas; aparecimento de fumarolas vulcânicas; formação de tsunamis (como a que ocorreu pelo terremoto do Oceano Índico em 2004).

Estrutura interna da terra. Sabe-se que a Terra é constituída, basicamente, por três camadas estáticas: o Manto, o Núcleo, e a Crosta,.

Manto - camada logo abaixo da crosta. É formada por vários tipos de rochas que, devido às altas temperaturas, encontram-se no estado pastoso e recebem o nome de magma. Neste sentido, o manto estende-se desde cerca de 30 km e por uma profundidade de 2900 km. A pressão na parte inferior do mesmo é da ordem de 1,4 milhões de atmosferas. É composto por substâncias ricas em ferro e magnésio. Também apresenta características físicas diferentes da crosta. O material de que é composto o manto pode apresentar-se no estado sólido ou como uma pasta viscosa, em virtude das pressões elevadas. Porém, ao contrário do que se possa imaginar, a tendência em áreas de alta pressão é que as rochas mantenham-se sólidas, pois assim ocupam menos espaço físico do que os líquidos. Além disso, a constituição dos materiais de cada camada do manto tem seu papel na determinação do estado físico local. (O núcleo interno da Terra é sólido porque, apesar das imensas temperaturas, está sujeito a pressões tão elevadas que os átomos ficam

compactados; as forças de repulsão entre os átomos são vencidas pela pressão externa, e a substância acaba se tornando sólida; estima-se que esta pressão seja algo em torno de 3,5 milhões de atmosferas!) A viscosidade no manto superior (astenosfera) varia entre 10<sup>21</sup> a 10<sup>24</sup> pascal segundo, dependendo da profundidade. Portanto, o manto superior pode deslocar-se vagarosamente. As temperaturas do manto variam de 100 graus Celsius (na parte que faz interface com a crosta) até 3500 graus Celsius (na parte que faz interface com o núcleo).

No tocante ao Núcleo da terra: compreende a parte central do planeta e acredita-se que seja formado por metais como ferro e níquel em altíssimas temperaturas. Os limites dessas camadas são definidos principalmente pela sismologia. Assim, o interior da Terra, como também o interior de outros planetas terrestriais, é dividido por critérios químicos em uma camada externa (crosta) de silício, um manto altamente viscoso, e um núcleo que consiste de uma porção sólida envolvida por uma pequena camada líquida. Esta camada líquida dá origem a um campo magnético devido à convecção de seu material, eletricamente condutor. O material do interior da Terra encontra frequentemente a possibilidade de chegar à superfície, através de erupções vulcânicas e fendas oceânicas. Muito da superfície terrestre é relativamente novo, tendo menos de 100 milhões de anos; as partes mais velhas da crosta terrestre têm até 4,4 bilhões de anos.

O núcleo da terra também chamado de Nife, Centrosfera ou Barisfera e, em planetas como a Terra, dada sua constituição, pode ainda receber o nome de Metalosfera. A massa específica média da Terra é de 5.515 quilogramas por metro cúbico, fazendo dela o planeta mais denso no Sistema Solar. Uma vez que a massa específica do material superficial da Terra é apenas cerca de 3000 quilogramas por metro cúbico, deve-se concluir que materiais mais densos existem nas camadas internas da Terra (devem ter uma densidade de cerca de 8.000 quilogramas por metro cúbico). Em seus primeiros momentos de existência, há cerca de 4,5 bilhões de anos, a Terra era formada por materiais líquidos ou pastosos, e devido à ação da gravidade os objetos muito densos foram sendo empurrados para o interior do planeta (o processo é conhecido como diferenciação planetária), enquanto que materiais menos densos foram trazidos para a superfície. Como resultado, o núcleo é

composto em grande parte por ferro (80%), e de alguma quantidade de níquel e silício. Outros elementos, como o chumbo e o urânio, são muito raros para serem considerados, ou tendem a se ligar a elementos mais leves, permanecendo então na crosta. O núcleo é dividido em duas partes: o núcleo sólido, interno e com raio de cerca de 1.250 km, e o núcleo líquido, que envolve o primeiro.

O núcleo sólido é composto, segundo se acredita, primariamente por ferro e um pouco de níquel. Alguns argumentam que o núcleo interno pode estar na forma de um único cristal de ferro. Já o núcleo líquido deve ser composto de ferro líquido e níquel líquido (a combinação é chamada NiFe), com traços de outros elementos. Estima-se que realmente seja líquido, pois não tem capacidade de transmitir as ondas sísmicas.

A convecção desse núcleo líquido, associada à agitação causada pelo movimento de rotação da Terra, seria responsável por fazer aparecer o campo magnético terrestre, através de um processo conhecido como teoria do dínamo. O núcleo sólido tem temperaturas muito elevadas para manter um campo magnético (veja temperatura Curie), mas provavelmente estabiliza o campo magnético gerado pelo núcleo líquido. Evidências recentes sugerem que o núcleo interno da Terra pode girar mais rápido do que o restante do planeta, a cerca de 2 graus por ano. Tanto entre a crosta e o manto como entre o manto e o núcleo existem zonas intermediárias de separação, as chamadas descontinuidades. Entre a crosta e o manto há a descontinuidade de Mohorovicic, e entre o manto e o núcleo, existe a descontinuidade de Gutenberg.

Crosta: camada superficial sólida que circunda a Terra. Assim, a crosta (que forma a maior parte da litosfera, tem uma extensão variável de acordo com a posição geográfica). Em alguns lugares chega a atingir 70 km, mas geralmente estende-se por aproximadamente 30 km de profundidade. É composta basicamente por silicatos de alumínio, sendo por isso também chamada de *Sial*. A fronteira entre manto e crosta envolve dois eventos físicos distintos. O primeiro é a descontinuidade de Mohorovicic (ou Moho) que ocorre em virtude da diferença de composição entre camadas rochosas (a superior contendo feldspato triclinico e a inferior, sem o mesmo). O segundo evento é





A fronteira entre manto e crosta envolve dois eventos físicos distintos. O primeiro é a descontinuidade de Mohorovicic (ou Moho) que ocorre em virtude da diferença de composição entre camadas rochosas (a superior contendo feldspato triclinico e a inferior, sem o mesmo). O segundo evento é uma descontinuidade química que foi observada a partir da obdução de partes da crosta oceânica.

Sismicidade Mundial - sabe-se que os sismos ocorrem sobretudo nas zonas situadas no rebordo das placas tectônicas, que são zonas de intensa atividade sísmica. São frequentes tanto nos limites divergentes como nos limites convergentes. A zona onde a atividade sísmica é mais intensa é no Círculo de fogo do Pacífico ou zona circumpacífica, que passa por toda a zona montanhosa do continente americano (Andes, Montanhas rochosas e ilhas Aleutas) e o lado ocidental do oceano (Japão, Filipinas, Nova Guiné, ilhas Fiji, Nova Zelândia). É nesta zona que ocorrem 80% dos sismos a nível mundial. A cintura mediterrânea asiática também é importante e estende-se de Gibraltar ao sudeste asiático (15% dos sismos), sendo a zona junto à qual Portugal está localizado.

#### **4. INVESTIGANDO O INTERIOR DA TERRA**

O que é gravidade? A gravidade é a força de atração mútua que os corpos materiais exercem uns sobre os outros. Classicamente, é descrita pela lei de Newton da gravitação universal. Foi descoberta primeiramente pelo físico inglês Isaac Newton e desenvolvida e estudada ao longo dos anos. Albert Einstein descreveu-a como consequência da estrutura geométrica do espaço-tempo.

Do ponto de vista prático, a atração gravitacional da Terra confere peso aos objetos e faz com que caiam ao chão quando são soltos no ar (como a atração é mútua, a Terra também se move em direção aos objetos, mas apenas por uma ínfima fração). Ademais, a gravitação é o motivo pelo qual a Terra, o Sol e outros corpos celestiais existem: sem ela, a matéria não se teria aglutinado para formar aqueles corpos e a vida como a entendemos não teria surgido. A gravidade também é responsável por manter a Terra e os outros planetas em suas respectivas órbitas em torno do Sol e a Lua em órbita

em volta da Terra, bem como pela formação das marés e por muitos outros fenômenos naturais.

Lei de Newton de Gravitação Universal - pouco se sabia sobre gravitação até o século XVII, pois se acreditava que leis diferentes governavam os céus e a Terra. A força que mantinha a Lua pendurada no céu nada tinha a ver com a força que nos mantém presos à Terra. Isaac Newton foi o primeiro a pensar na hipótese das duas forças possuírem as mesmas naturezas; até então, havia apenas a teoria magnetista de Johannes Kepler, que dizia que era o magnetismo que fazia os planetas orbitarem o Sol.

Newton explica que “todos os objetos no Universo atraem todos os outros objetos com uma força direcionada ao longo da linha que passa pelos centros dos dois objetos, e que é proporcional ao produto das suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da separação entre os dois objetos”.

Newton acabou por publicar a sua, ainda hoje famosa, lei da gravitação universal, no seu Principia Mathematica, como:

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

onde:

F = força gravitacional entre dois objetos

m1 = massa do primeiro objeto

m2 = massa do segundo objeto

r = distância entre os centros de massa dos objetos

G = constante universal da gravitação

A força de atração entre dois objetos é chamada de peso. Rigorosamente falando, esta lei aplica-se apenas a objetos semelhantes a pontos. Se os objetos possuírem extensão espacial, a verdadeira força terá de ser encontrada pela integração das forças entre os vários pontos. Por outro lado, pode provar-se que para um objeto com uma distribuição de massa esfericamente simétrica, a integral resulta na mesma atuação gravitacional que teria se fosse uma massa pontual.

Foi este obstáculo que levou Newton a adiar por vários anos a publicação da sua teoria, já que ele não conseguia mostrar que a gravitação

exercida pela Terra sobre um corpo à sua superfície era a mesma como se toda a massa da Terra estivesse concentrada em seu centro.

A forma da terra, ou figura da Terra, tem variados sentidos em geodesia de acordo com o sentido em que for usado e com a precisão com que o tamanho e forma da terra devem ser definidos. A superfície topográfica atuar é mais aparente com a sua variedade de formas de terra e áreas de água. Isto é, de fato, a superfície sobre a qual são efetuadas as medições da Terra. Não é prático, de fato, para cálculos matemáticos exatos, pois as fórmulas que seriam necessárias para tomar em conta todas as irregularidades teriam tantas variáveis que necessitariam de uma quantidade proibitiva de cálculos. A superfície topográfica é geralmente um assunto de topógrafos e hidrógrafos.

Vale lembrar que o conceito pitagórico de uma Terra esférica oferece uma superfície simples matematicamente fácil de lidar. Muitos cálculos astronômicos e de navegação usam esta superfície para representar a Terra. Enquanto que a esfera é uma aproximação próxima da verdadeira figura da Terra e satisfatória para muitas funções, para o geodesta interessado na medição de grandes distâncias — abrangendo continentes e oceanos — é necessária uma figura mais exata. Aproximações mais precisas vão desde a modelação da forma de toda a Terra como um esferoide achatado ou um elipsoide achatado, até ao uso de harmônicos esféricos ou aproximações locais em termos de elipsoides de referências locais. A ideia de uma superfície planar ou chata para a Terra, mais do que a curvatura, é ainda aceitável para levantamentos de pequenas áreas como topografia local. Levantamentos de tabelas de planos são feitos para áreas relativamente pequenas, não tendo em conta a curvatura da Terra. O levantamento de uma cidade pode ser muito bem calculada como se a Terra fosse um plano do tamanho da cidade. Para áreas tão pequenas, o posicionamento exato de um ponto pode ser determinado relativamente a outro sem necessidade de se considerar o tamanho ou a forma total da Terra.

Já em meados do século XX, pesquisas nas geociências contribuíram para melhoramentos drásticos na precisão da figura da Terra. A utilidade primária (e a motivação para o seu financiamento e desenvolvimento, principalmente dos militares) desta precisão melhorada era fornecer dados geográficos e gravitacionais para os sistemas de navegação inercial dos

mísseis balísticos. Este financiamento também permitiu a expansão de disciplinas geocientíficas, permitindo a criação e crescimento dos variados departamentos de geociências em muitas universidades.

O princípio da Isostasia: Isostasia, ou movimento isostático, é o termo utilizado em Geologia para se referir ao estado de equilíbrio gravitacional, e as suas alterações, entre a litosfera e a astenosfera da Terra. Esse processo resulta da flutuação das placas tectônicas sobre o material mais denso da astenosfera, cujo equilíbrio depende das suas densidades relativas e do peso da placa. Tal equilíbrio implica que um aumento do peso da placa (por espessamento ou por deposição de sedimentos, água ou gelo sobre a sua superfície) leva ao seu afundamento, ocorrendo, inversamente, uma subida (em geral chamada re-emergência ou rebound), quando o peso diminui.

O conceito de isostasia baseia-se no princípio de equilíbrio hidrostático de Arquimedes, no qual um corpo ao flutuar desloca uma massa de água equivalente à sua própria.

#### A magnetosfera:

▪

#### **Magnetosfera**

A magnetosfera pode ser considerada como uma região envoltória, constituindo a parte exterior da atmosfera de um astro, em que o campo magnético controla os processos eletrodinâmicos da atmosfera ionizada e de plasmas. O plasma se distingue da atmosfera ionizada por apresentar não apenas ionização, mas algumas propriedades a mais, como comportamento coletivo dos constituintes quando submetidos a perturbações e uma neutralidade elétrica em uma escala macroscópica. Essa região surge da incidência da radiação de uma estrela sobre a atmosfera de um astro permeada por um campo magnético.

De uma forma resumida, nessa região, três elementos principais devem ser considerados para o entendimento dos fenômenos, dos seus comportamentos e da importância deles: a existência de campos elétricos, de correntes elétricas e de campos magnéticos resultantes.

A eletrodinâmica da magnetosfera afeta não somente o ambiente espacial em torno de um astro como também a sua atmosfera mais

baixa e a própria superfície. Por exemplo, tempestades magnéticas podem produzir interrupções nos serviços de telecomunicações utilizados pelos seres humanos no cotidiano. Portanto, estudos sobre o Sol, o meio interplanetário e o ambiente terrestre são atualmente de importância estratégica para o desenvolvimento e a segurança de uma civilização cada vez mais tecnologicamente dependente.

A magnetosfera e seu entorno podem ser segmentados em regiões com características físicas próprias. Antes dela, em direção ao Sol, devido a incidência do plasma solar que tem uma grande velocidade, há uma frente de choque, região que se traduz por uma descontinuidade nos parâmetros físicos do meio, e uma bainha magnética, em que o plasma e o campo magnético do vento solar tem seus valores significativamente alterados. Têm-se então (a) a magnetopausa, que é a região fronteira externa da magnetosfera, sustentando correntes elétricas para assegurar a descontinuidade entre o meio físico solar e o meio físico terrestre; (b) a magnetosfera externa, constituída de plasmas solar e terrestre, com a parte frontal em direção ao Sol, e a cauda magnetosférica, um prolongamento da atmosfera magnetizada em direção oposta ao Sol; e (c) a magnetosfera interna, em que as linhas de campo magnético estão necessariamente fechadas e fixadas na superfície do astro. Ainda interior a essa região, em direção a superfície, existem a plasmasfera, região em que o plasma terrestre mais denso corrotaciona com o planeta, e a ionosfera, região fortemente ionizada. Abaixo dessa região, por fim, há a região mais densa formada por uma atmosfera neutra, a que a ionosfera se vincula, em que os processos meteorológicos determinam o comportamento.

As magnetosferas dos planetas são responsáveis pela ocorrência das auroras polares, na Terra conhecidas por auroras boreais e auroras austrais.

Durante muito tempo, a magnetosfera terrestre foi conhecida por Cinturão de Van Allen, por ter sido o cientista norte-americano James Alfred Van Allen (1914-2006) o responsável por sua descoberta. Em 1958, Van Hallen suspeitou de que havia algo errado com o fato dos instrumentos a bordo de satélites enviados ao espaço registrarem, quando atingiam algumas centenas de quilômetros de altitude, zero partículas carregadas. Para ele a

realidade seria outra: as partículas nas altas camadas estariam tão carregadas que impediriam o correto funcionamento dos sensores. Assim, por sugestão sua, o satélite Explorer IV (EUA) foi equipado com contadores revestidos por uma fina camada de chumbo e em julho de 1958 foi finalmente medida a correta radiação, que era até superior à que os cientistas esperavam. Esta foi a primeira grande descoberta importante, totalmente inesperada, resultante do lançamento dos satélites artificiais.

## 5. A COMPOSIÇÃO E O CALOR DA TERRA

O interior da Terra atinge temperaturas de 5.270 K. O calor interno do planeta foi gerado inicialmente durante sua formação, e calor adicional é constantemente gerado pelo decaimento de elementos radioativos como urânio, tório, e potássio. O fluxo de calor do interior para a superfície é pequeno se comparado à energia recebida pelo Sol (a razão é de 1/20k).

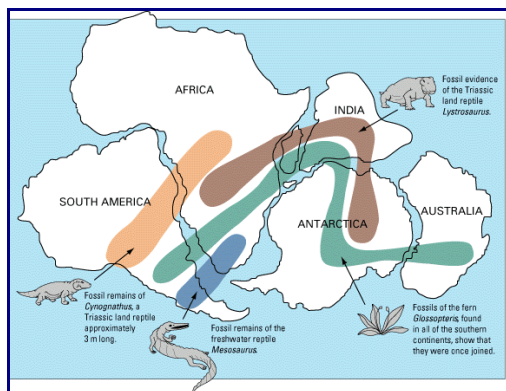
Camadas geológicas da Terra	Profundidade[ <a href="#">12</a> ] km	Camada	Densidade g/cm <sup>3</sup>
	0–60	<a href="#">Litosfera[13]</a>	—
	0–35	... <a href="#">Crosta[14]</a>	2.2–2.9
	35–60	... <a href="#">Manto superior</a>	3.4–4.4
Corte do interior terrestre, do núcleo para a exosfera. Sem escala.	35–2890	<a href="#">Manto</a>	3.4–5.6
	100–700	... <a href="#">Astenosfera</a>	—
	2890–5100	<a href="#">Núcleo externo</a>	9.9–12.2
	5100–6378	<a href="#">Núcleo interno</a>	12.8–13.1

## 6. TECTÔNICA GLOBAL

O Surgimento da Teoria da Deriva Continental: o embrião de uma revolução nas ciências geológicas.

A deriva continental foi uma das muitas ideias sobre tectônica propostas no final do século XIX e princípios do século XX. Esta teoria foi

substituída pela tectônica de placas e os seus conceitos e dados igualmente incorporados nesta.



**Padrão de distribuição de fósseis nos vários continentes**

Em 1915, Alfred Wegener foi o primeiro a produzir argumentos sérios sobre esta ideia, na primeira edição de *The origin of continents and oceans*. Nesta obra ele salientava que a costa oriental da América do Sul e a costa ocidental de África pareciam ter estado unidas antes. No entanto, Wegener não foi o primeiro a fazer esta sugestão (precederam-no Francis Bacon, Benjamin Franklin e Antonio Snider-Pellegrini), mas sim o primeiro a reunir significativas evidências fósseis, paleo-topográficas e climatológicas que sustentavam esta simples observação. Porém, as suas ideias não foram levadas a sério por muitos geólogos, que realçavam o fato de não existir um mecanismo que parecesse ser capaz de causar a deriva continental. Mais concretamente, eles não entendiam como poderiam as rochas continentais cortar através das rochas mais densas da crosta oceânica.

Em 1947 uma equipa de cientistas liderada por Maurice Ewing a bordo do navio de pesquisa oceanográfica *Atlantis* da *Woods Hole Oceanographic Institution*, confirmou a existência de uma elevação no Oceano Atlântico central e descobriu que o fundo marinho por baixo da camada de sedimentos era constituído por basalto e não granito, rocha comum nos continentes. Descobriram também que a crosta oceânica era muito mais delgada que a crosta continental. Estas descobertas levantaram novas e intrigantes questões.

A partir da década de 1950 os cientistas, utilizando instrumentos magnéticos (magnetômetros) adaptados de aeronaves



desenvolvidas durante a Segunda Guerra Mundial para a detecção de submarinos, começaram a aperceber-se de estranhas variações do campo magnético ao longo dos fundos marinhos. Esta descoberta, apesar de inesperada, não era inteiramente surpreendente pois se sabia que o basalto – uma rocha vulcânica rica em ferro - contém magnetite, um mineral fortemente magnético, podendo em certos locais causar distorção nas leituras de bússolas.

Esta distorção já era conhecida dos marinheiros islandeses desde o século XVIII. Mais importante ainda, uma vez que a magnetite dá ao basalto propriedades magnéticas mensuráveis, estas recém-descobertas variações magnéticas forneciam um novo meio de estudar os fundos marinhos. Quando se dá o arrefecimento de rochas portadoras de minerais magnéticos, estes se orientam segundo o campo magnético terrestre existente nesse momento.

À medida que na década de 1950 se procedia à cartografia de cada vez maiores extensões de fundos marinhos, estas variações magnéticas deixaram de parecer isoladas e aleatórias, antes revelando padrões reconhecíveis. Quando se fez o levantamento destes padrões magnéticos numa área bastante alargada, o fundo do oceano mostrou um padrão de faixas alternantes. Estas faixas alternantes de rochas magneticamente diferentes estavam dispostas em linhas em cada um dos lados da dorsal oceânica e paralelamente a esta: uma faixa com polaridade normal e a faixa adjacente com polaridade invertida.

Quando os estratos rochosos das bordaduras de continentes separados são muito similares, isto sugere que estas rochas se formaram todas da mesma maneira, implicando que inicialmente se encontravam juntas. Por exemplo, algumas partes da Escócia contêm rochas muito similares às encontradas no leste da América do Norte. Além disso, os Montes Caledonianos da Europa e partes dos Montes Apalaches da América do Norte são muito semelhantes estrutural e litologicamente.

Placas Tectônicas - durante a década de 1960 fizeram-se grandes progressos, e mais, foram **despoletados** por várias descobertas, sobretudo a da dorsal meso-atlântica. Salienta-se a publicação, em 1962, de uma comunicação do geólogo americano Harry Hess (Robert S. Dietz publicou

a mesma ideia um ano antes na revista *Nature*) . No entanto, a prioridade deve ser dada a Hess, pois ele distribuiu um manuscrito, não publicado, do seu artigo de 1962, em 1960. Hess sugeriu que os continentes não se moveriam através da crosta oceânica (como sugerido pela deriva continental) mas que uma bacia oceânica e o continente adjacente moviam-se conjuntamente numa mesma unidade crustal ou placa.

Nesse mesmo ano, Robert R. Coats do *U.S. Geological Survey* descreveu as principais características da subducção no arco insular das Ilhas Aleutas. Esta sua publicação, ainda que pouco notada na altura (tendo sido até ridicularizada), tem sido de então para cá considerada como seminal e presciente. Em 1967, Jason Morgan propôs que a superfície da Terra consiste de 12 placas rígidas que se movem umas em relação às outras. Dois meses mais tarde, em 1968, Xavier Le Pichon publicou um modelo completo baseado em 6 placas principais com os seus movimentos relativos.

A Dança dos Continentes - o conceito dominante era o de que existiam camadas estratificadas e estáticas sob os continentes. Cedo se observou que apesar de nos continentes aparecer granito, os fundos marinhos pareciam ser constituídos por basalto, mais denso. Parecia pois, que uma camada de basalto estava subjacente às rochas continentais. Porém, baseando-se em anomalias na deflexão de fios de prumo causadas pelos Andes no Peru, Pierre Bouguer deduziu que as montanhas, menos densas, teriam que ter uma projeção na camada subjacente, mais densa. A ideia de que as montanhas têm "raízes" foi confirmada cem anos mais tarde por George Biddell Airy, enquanto estudava o campo gravítico nos Himalaias, tendo estudos sísmicos posteriores detectado as correspondentes variações de densidade. Em meados da década de 1950 permanecia sem resposta a questão sobre se as montanhas estavam ancoradas em basalto ou flutuando como icebergs.

## **7 CICLO DA ÁGUA, ÁGUA SUBTERRÂNEA E SUA AÇÃO GEOLÓGICA**

A Hidrologia (do grego *Υδωρ*, *hydor*, "água"; e *λόγος*, *logos*, "estudo") é a ciência que estuda a ocorrência, distribuição e movimentação da água no planeta Terra. A definição atual deve ser ampliada para incluir aspectos de qualidade da água, ecologia, poluição e descontaminação. A água,

como bem recorda Ivo Karmann, é a substância mais abundante na superfície do planeta, participando dos seus processos modeladores pela dissolução de materiais terrestres e do transporte de partículas.

Ciclo Hidrológico:



O ciclo da água ou ciclo hidrológico refere-se à troca contínua de água na hidrosfera, entre a atmosfera, a água do solo, águas superficiais, subterrâneas e das plantas. A água se move perpetuamente através de cada uma destas regiões no ciclo da água constituindo os seguintes processos de transferência: (a) evaporação dos oceanos e outros corpos d'água no ar e transpiração das plantas terrestres e animais para o ar; (b) precipitação, pela condensação do vapor de água do ar e caindo para a terra ou no mar; (c) escoamento da terra geralmente atingem o mar.

A maior parte do vapor de água sobre os oceanos retorna aos oceanos, mas os ventos transportam o vapor de água para a terra com a mesma taxa de escoamento para o mar, a cerca de 36 Tt por ano. Sobre a terra, evaporação e transpiração contribuem com outros 71 Tt de água por ano. A chuva, com uma taxa de 107 Tt por ano sobre a terra, tem várias formas: mais comumente chuva, neve e granizo, com alguma contribuição em

nevoeiros e orvalho. A água condensada no ar também podem refratar a luz solar para produzir um arco-íris. O escoamento das águas, muitas vezes recolhe mais de bacias hidrográficas que correm para os rios. Um modelo matemático utilizado para simular o fluxo do rio ou córrego e calcular os parâmetros de qualidade da água é o modelo de transporte hidrológico. Parte da água é desviada na irrigação e para a agricultura. Rios e mares são importantes para viagens e para o comércio. Através da erosão, o escoamento molda o ambiente criando vales e deltas fluviais que fornecem um solo rico para o estabelecimento de centros de população. Uma inundação ocorre quando uma área de terra, geralmente de baixa altitude, é coberta com água. É quando um rio transborda dos seus bancos ou por uma inundação do mar. A seca é um período de meses ou anos, quando uma região registra uma deficiência no seu abastecimento de água. Isto ocorre quando uma região recebe, sistematicamente, níveis abaixo da precipitação média.

Água no subsolo, ou água subterrânea - é toda aquela água que ocupa todos os espaços vazios de uma formação geológica, os chamados aquíferos. Nem toda água que está embaixo da terra é considerada como água subterrânea por haver uma distinção daquela que ocupa o lençol freático, que é chamada de água de solo e tem maior interesse para a agronomia e botânica.

Um maciço rochoso ou um solo argiloso, pode servir de leito para as águas subterrâneas, pois permitem que ela se acumule e elimine todos os espaços vazios do solo. Em geral, as águas subterrâneas são armazenadas ou em rochas sedimentares porosas e permeáveis, ou em rochas não-porosas, mas fraturadas. Neste último caso, as fraturas geram um efeito físico similar ao da permeabilidade. Um caso menos frequente é o das rochas calcáreas, nas quais até mesmo a baixa acidez das águas da chuva é capaz de abrir verdadeiros túneis, por onde flui a água subterrânea.

A maior reserva de água doce do mundo se encontra nas geleiras (quase 70%) seguida pela existente no subsolo (quase 30%), representando esta última cerca de 90% do total de água doce disponível para consumo humano. Uma das maiores reservas de águas subterrâneas do mundo é o famoso Aquífero Guarani, que ocupa o subsolo do nordeste da Argentina, centro-sudoeste do Brasil, noroeste do Uruguai e sudeste do Paraguai.

Ação Geológica da água Subterrânea. A ação geológica, segundo Ivo Karmann, é a capacidade de um conjunto de processos causar modificações nos materiais terrestres, transformando minerais, rochas e feições terrestres. Têm-se, então: os escorregamentos de encostas, Boçorocas (erosões que ameaçam cidades), carste e cavernas (paisagens subterrâneas). Destes veremos as rochas Carste. Carste ou Carso ou ainda Karst, também conhecido como relevo cárstico ou sistema cárstico, é um tipo de relevo geológico caracterizado pela dissolução química (corrosão) das rochas, que leva ao aparecimento de uma série de características físicas, tais como cavernas, dolinas, vales secos, vales cegos, cones cársticos, rios subterrâneos, canhões fluviocársticos, paredões rochosos expostos e lapiás. O relevo cárstico ocorre predominantemente em terrenos constituídos de rocha calcária, mas também pode ocorrer em outros tipos de rochas carbonáticas, como o mármore e rochas dolomíticas.

Vale destacar que Carste deriva do alemão Karst (em português, Carso), nome de uma região que se estende do norte da Itália até o sudoeste da Eslovênia e o noroeste da Croácia. O nome local em língua eslovena Kras, significa aproximadamente "campo de pedras calcárias". A região também é chamada Carso em italiano. Esta região possui um sistema geológico cárstico e foi a primeira região onde esse fenômeno foi estudado.

Veja uma paisagem típica de um Relevo Cárstico:

- **Uma paisagem típica de relevo cárstico**

Dentre as paisagens mais espetaculares da Terra ressaltam-se os sistemas cársticos, com cavernas, cânions, paredões rochosos e relevos ruiformes produzidos pela ação geológica da água subterrânea sobre cochas solúveis.

#### Carstificação

- **Formas superficiais na rocha provocadas pela dissolução química, ou carstificação**

O processo de carstificação ou dissolução química se inicia pela combinação da água da chuva ou de rios superficiais com o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) proveniente da atmosfera ou do solo (proveniente das raízes da vegetação e matéria orgânica em decomposição). O resultado é uma solução de ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), ou água ácida:  $H_2O + CO_2 \rightarrow H_2CO_3$ .

Este tipo de paisagem ocorre principalmente em regiões com pluviosidade elevada, que garante um fluxo de água suficiente para dissolver grandes porções de rocha. Também é importante a presença de vegetação para garantir que a água penetre no solo e não seja perdida para a atmosfera. Regiões cársticas possuem muito poucas águas superficiais, uma vez que a água da chuva é rapidamente absorvida pelo solo e se acumula na zona freática. Ao passar pelas fissuras a água corroi o carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) ou outros sais constituintes da rocha, como sulfato de cálcio ou carbonato de magnésio. No caso da calcita, composta basicamente de carbonato de cálcio, o resultante dessa reação é uma solução de bicarbonato de cálcio:  $CaCO_3 + H_2CO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$ .

Os sais removidos da rocha são carregados pela água em direção às camadas geológicas mais baixas. Ao atingir a zona freática, a água pode correr em rios subterrâneos abrindo cavidades na rocha, principalmente por erosão química, mas também pode ocorrer erosão mecânica em zonas vadasas (acima do lençol freático). Os sais podem se sedimentar em camadas geológicas inferiores ou serem arrastados para fora através de nascentes ou ressurgências.

Quando a água é absorvida pelo solo seu pH é ácido. À medida que a água se infiltra na rocha e o carbonato de cálcio se dissolve, o pH se torna cada vez mais básico. Nos locais em que esse processo ocorre é comum a presença de água dura (com alta quantidade de magnésio e cálcio). O pH alcalino faz com que os sedimentos se precipitem rapidamente. Isso favorece a formação de espeleotemas no interior das cavernas e também mantém as águas de regiões cársticas sempre límpidas.

#### **Há algumas condições para a carstificação:**

Rochas solúveis

- **Covas e canais provocados pela carstificação em rocha carbonática**

Para que ocorra o fenômeno de carstificação ou de dissolução das rochas, possa acontecer algumas condições são necessárias. A mais importante delas é a presença de rochas solúveis. Entende-se por rocha solúvel “aquela que, após sofrer intemperismo químico produz pouco resíduo insolúvel” (Karmann (2000), pg 130). As principais rochas carstificáveis são as rochas carbonáticas, constituídas principalmente de calcita ou dolomita. Essas rochas ao sofrerem corrosão química se dissociam em íons  $\text{Ca}^{++}$  ou  $\text{Mg}^{++}$  e  $\text{CO}_3^-$ , que podem se combinar em bicarbonatos ou permanecer dissolvidos na água em forma iônica.

Algumas rochas compostas de halita ou gipsita podem formar carstes apenas em terrenos semi-áridos, pois sua solubilidade em águas naturais é tão elevada que, em ambientes muito úmidos, elas são totalmente dissolvidas antes de conseguirem gerar relevos cársticos. Rochas insolúveis como granitos não geram relevos cársticos em condições normais, pois ao sofrerem intemperismo químico geram resíduos insolúveis ou impermeáveis, como a argila. Embora o quartzo tenha baixa solubilidade, alguns quartzitos e arenitos conseguem desenvolver relevo cárstico se forem expostos à água por tempo suficiente.

Além da composição, é fundamental que a rocha seja altamente permeável para que a solução rochosa possa alcançar estratos inferiores. Define-se permeabilidade como a capacidade da rocha de permitir que a água passe livremente. A permeabilidade pode ser resultado de grande porosidade e também da presença de fendas, fissuras ou rachaduras na rocha. Embora a porosidade seja importante, nem sempre isso é condição suficiente para uma boa permeabilidade.

### **Permeabilidade por fraturas**

▪

Alguns minerais como argilas são muito porosos, mas esses poros são tão pequenos que a água fica presa por adsorção. Rochas com fraturas, por outro lado, podem ter uma grande permeabilidade, ainda que a rocha em si não seja porosa. A permeabilidade por fratura também é chamada de porosidade secundária.



Para a carstificação a permeabilidade por fraturas, como na imagem ao lado, é mais importante que a porosidade primária, uma vez que a ação da água ácida é muito mais intensa em locais onde ela possa se concentrar e agir sobre porções maiores de rocha. As superfícies de estratificação, fendas e fraturas permitem a criação de rotas preferenciais que direcionam a expansão de fendas que, aos poucos, tornam-se galerias ou grandes salões. Rochas que possuam apenas porosidade primária, a dissolução ocorre, porém de maneira difusa, sem que sejam criadas rotas de fluxo e os canais jamais chegam a se abrir significativamente.

## **8 INTEMPEREISMO E FORMAÇÃO DO SOLO**

O intemperismo é, segundo Maria Cristina Toledo, o conjunto de modificações de ordem física (desagregação) e química ( decomposição) que as rochas sofrem ao aflorar na superfície da terra.

### **Tipos de intemperismo:**

Intemperismo físico ou mecânico é aquele que conduz à desagregação da rocha, sem que haja necessariamente uma alteração química maior dos minerais constituintes. Os principais agentes do intemperismo físico são variação de temperatura, cristalização de sais, congelamento da água, atividades de seres vivos. Têm-se assim: (a) variação da temperatura - com o aumento da temperatura os minerais sofrem dilatação, desenvolvendo pressões internas que desagregam os minerais e desenvolvem microfaturas, por onde penetrarão a água, sais e raízes vegetais. (b) Cristalização de sais: O sal trazido pela maresia, se cristaliza nas fraturas, desenvolvendo pressões que ampliam efeito desagregador. (c) atividades biológicas (biomecânicos): as raízes de árvores podem trabalhar como agentes intempéricos. Elas atuam como forma motriz para abrir canais para que outros agentes intempéricos atuem nas rochas e minerais. Há também a "escavação" de insetos em rochas mais fracas. Assim, conseqüências do intemperismo físico: redução da granulometria dos minerais; contínuo aumento da superfície específica; em modificação na composição química; e, por fim, torção de solo.

Já o intemperismo químico, implica transformações químicas dos minerais que compõem a rocha. O principal agente do intemperismo



químico é a água. Os feldspatos e micas são transformados em argilas, ao passo que o quartzo permanece inalterado; água sobre o feldspato e sobre a mica biotita, leva à produção de argilas e à formação do solo. A principal argila formada é o caulim, que é branco quando puro, o que acontece muito raramente. A cor vermelha do solo se deve aos óxidos de Ferro e Manganês liberados pela alteração da biotita e outros minerais que possuem estes elementos químicos em sua fórmula. Agente principal: Água. Na superfície, o solo é mais rico em argila e matéria orgânica. À medida que se aprofunda aumenta o número de cristais de feldspato, os quais já se encontram em processo de desagregação e de alteração química. Conseqüências do Intemperismo químico: completa modificação das propriedades físicas e químicas das rochas; aumento no volume dos minerais formados secundariamente, se comparados com os minerais primários/fontes; formação de solos.

**Intemperismo e Erosão e Sedimentação.** Conforme Toledo, o intemperismo é um elemento importante no ciclo das rochas, estando sua atuação estritamente relacionada à gênese das rochas sedimentares. Chama-se de erosão ao desgaste da superfície do planeta por agentes naturais, como o vento, água de chuva, rios, mares e geleiras, que possibilitem transporte de material. Processo erosivo é o processo mecânico na superfície pelo intemperismo físico, químico e biológico. A erosão é um momento “rápido” se comparado com o Intemperismo e o Transporte Sedimentar. Os agentes intempéricos de tanto forçar e desgastar uma rocha, por final, a “quebram”, ocorrendo então a erosão. Os sedimentos (fragmentos da rocha) são então transportados para ambientes de sedimentação. Dessa forma, podemos dizer que a erosão é a “quebra da inércia de uma rocha intemperizada”.

**Solo brasileiro.** Solo é um corpo de material não consolidado, que recobre a superfície emersa terrestre, entre a litosfera e a atmosfera. Os solos são constituídos de proporções e tipos variáveis de minerais, gases, água e matéria orgânica. É produto do intemperismo sobre um material de origem, cuja transformação para solo se desenvolve em um determinado relevo, clima, bioma e ao longo de um tempo. O solo, contudo, pode ser visto sob diferentes óticas. Para um engenheiro agrônomo, através da edafologia, solo é a camada na qual se pode desenvolver vida vegetal. Para um engenheiro

civil, sob o ponto de vista da mecânica dos solos, solo é um corpo passível de ser escavado, sendo utilizado dessa forma como suporte para construções ou material de construção.

Pedogênese é o processo químico e físico de alteração (adição, remoção, transporte e modificação) que atua sobre um material litológico, originando um solo. Solos estão constantemente em desenvolvimento, nunca estando estáticos, por mais curto que seja o tempo considerado. Geralmente, o solo é descrito como um corpo tridimensional, podendo ser, porém, ao se considerar o fator tempo, descrito como um sistema de quatro dimensões: tempo, profundidade, largura e comprimento.

Um solo é o produto de uma ação combinada e concomitante de diversos fatores. A maior ou menor intensidade de algum fator pode ser determinante na criação de um ou outro solo. São comumente ditos como fatores da formação de solo: clima, relevo, material de origem, organismos, tempo e relevo.

Conforme o entendimento de Maria Cristina Toledo, o Brasil situa-se quase que inteiramente no domínio do tropical úmido (exceto a Região Sul e o Nordeste semi-árido).

## **9 SEDIMENTOS E PROCESSOS SEDIMENTARES**

O ensaio de sedimentação é utilizado para determinar a granulometria de solos compostos de materiais finos, como as argilas. É um ensaio de caracterização, que juntamente com o ensaio de peneiramento compõem a Análise Granulométrica dos solos. A determinação da granulometria do solo, no ensaio de sedimentação, é baseada na Lei de Stokes. Essa lei relaciona o tamanho da partícula com a velocidade com que ela sedimenta em um meio líquido. Dessa forma, quanto maior a partícula, mais rapidamente ela irá se depositar no fundo da proveta de ensaio.

Dentre as diversas formas de deposição de sedimentos eólicos atuais destacam-se as dunas:

▪

**Dunas em Ponta do Mel no Rio Grande do Norte (Brasil)**

Associam-se a elas feições sedimentares tais como estratificação cruzada e marcas onduladas que, no entanto, não são exclusivas de construções sedimentares eólicas. Existem duas principais classificações para as dunas: uma considerando o seu aspecto como parte do relevo (morfologia), e a outra considerando a forma pela qual os grãos de areia dispõem em seu interior (estrutura interna). A classificação baseada na estrutura interna das dunas leva em consideração a sua dinâmica de formação, sendo reconhecidos dois tipos: as dunas estacionárias e as dunas migratórias. Algumas dunas acabam por se transformar em formações consolidadas, as chamadas dunas fósseis.

## **10 RIOS E PROCESSOS ALUVIAIS**

Conforme Claudio Riccomini, rios, no sentido geral, são cursos naturais de água doce, com canais definidos e fluxo permanente ou sazonal para um Oceano, lagoa ou outro rio.

**Bacia de drenagem ou bacia hidrográfica** ou bacia de drenagem de um curso de água é o conjunto de terras que fazem a drenagem da água das precipitações para esse curso de água e seus afluentes. É uma área geográfica e, como tal, mede-se em quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>).

Assim, a formação da bacia hidrográfica dá-se através dos desníveis dos terrenos que orientam os cursos da água, sempre das áreas mais altas para as mais baixas. Essa área é limitada por um divisor de águas que a separa das bacias adjacentes e que pode ser determinado nas cartas topográficas. As águas superficiais, originárias de qualquer ponto da área delimitada pelo divisor, saem da bacia passando pela seção definida e a água que precipita fora da área da bacia não contribui para o escoamento na seção considerada. Assim, o conceito de bacia hidrográfica pode ser entendido através de dois aspectos: Rede Hidrográfica e Relevo. Em qualquer mapa geográfico as terras podem ser subdivididas nas bacias hidrográficas dos vários rios.

Catologações de especialistas em geografia, de acordo com a maneira como fluem as águas, classificam as bacias hidrográficas em: exorréicas, quando as águas drenam direto para o mar; endorréicas, quando as águas caem em um lago ou mar fechado; arreicas, quando as águas se

escoam alimentando os lençóis freáticos; criptorreica, quando o rio se infiltra no solo sem alimentar lençóis freáticos ou evapora.

A bacia hidrográfica é usualmente definida como a área na qual ocorre a captação de água (drenagem) para um rio principal e seus afluentes devido às suas características geográficas e topográficas. A história do homem sempre esteve muito ligada às bacias hidrográficas: a bacia do Rio Nilo foi o berço da civilização egípcia; os mesopotâmicos se abrigaram no valo dos Rios Tigre e Eufrates; os hebreus, na bacia do Rio Jordão; os chineses se desenvolveram as margens dos rios Yang – Tse e Huang Ho; os hindus, na planície dos Rios Indo e Ganges. E isso, apenas para citar os maiores exemplos.

Os principais elementos componentes das bacias hidrográficas são os “divisores de água” – cristas das elevações que separam a drenagem de uma e outra bacia, “fundos de vale” – áreas adjacentes a rios ou córregos e que geralmente sofrem inundações, “sub-bacias” – bacias menores, geralmente de alguma afluente do rio principal, “nascentes” – local onde a água subterrânea brota para a superfície formando um corpo d’água, “áreas de descarga” – locais onde a água escapa para a superfície do terreno, vazão, “recarga” – local onde a água penetra no solo recarregando o lençol freático, e “perfis hidrogeoquímicos” ou “hidroquímicos” – características da água subterrânea no espaço litológico. Às vezes, as regiões hidrográficas são confundidas com “bacias hidrográficas”. Porém, as bacias hidrográficas são menores – embora possam se subdividir em sub-bacias (por exemplo: a bacia amazônica contém as sub-bacias hidrográficas dos rios Tapajós, Madeira e Negro), e as regiões hidrográficas podem abranger mais de uma bacia.

## **11 AÇÃO GEOLÓGICA DO GELO**

conforme bem descreve Rocha-Campos, geleiras são massas continentais de gelo de limites definidos, que se movimentam pela ação da gravidade. Originam-se pela acumulação de neve e sua compactação por pressão transformando-se em gelo. Geleira ou glaciar é uma grande e espessa massa de gelo formada em camadas sucessivas de neve compactada e recristalizada, de várias épocas, em regiões onde a acumulação de neve é superior ao degelo. É dotada de movimento e se desloca lentamente, em razão

da gravidade, relevo abaixo, provocando erosão e sedimentação glacial. As geleiras ou glaciares podem apresentar extensão de vários quilômetros e espessura que pode também alcançar a faixa dos quilômetros. À neve que restou de uma estação glacial dá-se o nome de nevado (usa-se também o termo alemão *Firn* e o francês *nevé*). O nevado é uma etapa intermediária da passagem da neve para o gelo. À medida que se acumulam as camadas anuais sucessivas, o nevado profundo é compactado, recongelando-se os grânulos num corpo único.

O gelo das geleiras é o maior reservatório de água doce sobre a Terra, e perde em volume total de água apenas para os oceanos. As geleiras cobrem uma vasta área das zonas polares mas ficam restritas às montanhas mais altas nos trópicos. Em outros locais do sistema solar, as grandes calotas polares de Marte rivalizam-se com as da Terra. Dentre as características geológicas criadas pelas geleiras estão as morenas, ou moreias terminais ou frontais, mediais, de fundo e as laterais, que são cristas ou depósitos de fragmentos de rocha transportados pela geleira; os vales em forma de U e circos em suas cabeceiras, e a franja da geleira, que é a área onde a geleira recentemente derreteu.

### **Tipos de Geleiras.**

Segundo a forma, há dois tipos principais de geleiras: geleiras de vales ou alpinas, que são assim chamadas por se confinarem aos vales e terem sido estudadas em pormenor, pela primeira vez, nos Alpes, e as geleiras continentais, também chamadas de geleiras de latitude ou inlândsis, que são calotas de gelo que cobrem extensas superfícies e fluem radialmente sob a ação de seu próprio peso, independente da topografia subjacente. A maioria dos conceitos neste artigo aplica-se igualmente para as geleiras de vales e continentais.

Neste sentido, uma geleira temperada (ou morna) está em zonas em que a temperatura é próxima do ponto de fusão durante todo o ano, a partir da superfície para o fundo da geleira. O gelo nas geleiras polares (ou frias) está sempre abaixo do ponto de congelamento com maior perda de massa devido à sublimação. As geleiras subpolares (ou transicionais, subárticas) têm uma zona sazonal de fusão próxima à superfície e têm alguma drenagem interna, mas pouca ou nenhuma fusão basal.

As classificações térmicas das condições da superfície variam de tal modo que as zonas de geleiras são freqüentemente utilizadas para identificar as condições de fusão. A zona de neve seca é uma região onde não ocorre fusão, mesmo no auge do verão. A zona de percolação é uma área com alguma fusão na superfície da geleira, mas a água percola alguns metros e recongela, formando lentes, camadas e glândulas de gelo. A zona de neve úmida é uma região onde toda a neve depositada desde o final do verão anterior estará a zero °C. A zona de gelo empilhado é uma zona onde a água de derretimento congela em crostas na geleira formando uma massa contínua de gelo.

▪

**A geleira Grindelwald Superior e o Schreckhorn, na Suíça, mostrando as zonas de acumulação e ablação.**

As menores geleiras alpinas formadas nos vales das montanhas são chamadas de geleiras de vale. As geleiras maiores podem cobrir uma montanha inteira, uma cadeia de montanhas ou até mesmo um vulcão; este tipo é conhecido como calota de gelo. Calotas de gelo alimentam geleiras de descarga, línguas de gelo que se estendem pelos vales abaixo, longe das bordas dessas grandes massas de gelo. As geleiras de descarga são formadas pelo movimento do gelo da calota polar, ou de uma calota de gelo das montanhas da região, em direção ao mar.

No tocante ao movimento - o gelo comporta-se como um sólido quebradiço até que a pressão que tem em cima alcança os 50 metros de espessura do gelo. Uma vez ultrapassado este limite, o gelo comporta-se como um material plástico e começa a fluir. O gelo glaciário consiste de camadas de moléculas colocadas umas sobre as outras. As uniões entre as camadas são mais débeis que as existentes dentro de cada camada, de modo que quando o esforço ultrapassa as forças das ligações que mantêm as capas unidas, estas se deslocam umas sobre as outras.

Observe a foto, a seguir, é possível conceber como o gelo se movimenta.

▪

## Vista panorâmica da geleira Aletsch, Suíça

Outro tipo de movimento é o deslizamento basal do gelo. Este se produz quando a geleira inteira desloca-se sobre o terreno no qual se encontra. Neste processo, a água de fusão contribui para o deslocamento do gelo mediante a lubrificação. A água líquida origina-se em decorrência da diminuição do ponto de fusão à medida que aumenta a pressão. Outras fontes para a origem da água de fusão podem ser a fricção do gelo contra a rocha, o que aumenta a temperatura e por último, o calor proveniente da Terra.

O deslocamento de uma geleira não é uniforme já que está condicionado pela fricção e a força de gravidade. Devido à fricção, o gelo glaciário inferior move-se mais lentamente que as partes superiores. À diferença das zonas inferiores, os gelos úmidos nos 50 metros superiores não estão sujeitos à fricção e, portanto são mais rígidos. Esta seção é conhecida como zona de fratura. O gelo da zona de fratura viaja em cima do gelo inferior e quando este passa através de terrenos irregulares, a zona de fratura cria fendas que podem ter até 50 metros de profundidade, onde o fluxo plástico as fecha. A rimaia é um tipo especial de fenda que somente forma-se nas geleiras de anfiteatro e tem uma direção transversal ao movimento pela gravidade da geleira. Poderia dizer-se que é uma fenda que se forma nos pontos onde se separa a neve do fundo do circo do gelo que, todavia está bem grudado na parte superior.

Erosão glacial – a erosão glacial pode ser definida como envolvendo a incorporação e remoção, pelas geleiras, de partículas ou detritos do assoalho sobre o qual elas se movem. Podem ocorrer por: abrasão, remoção e ação da água de degelo. As geleiras (glaciares) deslocam-se lentamente, no sentido descendente, provocando erosão e sedimentação glacial. Ao longo dos anos, o gelo pode desaparecer das geleiras, deixando um vale em forma de U ou um fiorde, se junto ao mar. Pode também ocorrer devido à susceptibilidade das glaciações em locais com predominância de rochas porosas. No verão, a água acumula-se nas cavidades dessas rochas. No inverno, essa água congela e sofre dilatação, pressionando as paredes dos poros. Terminado o inverno, o gelo funde, e congela novamente no inverno seguinte. Esse processo ocorrendo sucessivamente, desagregará, aos poucos,

a rocha, após certo tempo, causando o desmoronamento de parte da rocha, e conseqüentemente, levando à formação dos grandes paredões ou fiordes.

Causas das glaciações. Apesar do conhecimento adquirido durante os últimos anos, ainda se sabe pouco sobre as causas das glaciações. As glaciações generalizadas foram raras na história da Terra. Sem dúvida, a Idade do gelo no Pleistoceno não foi o único evento de glaciação já que se pode identificar depósitos denominados por tilitas, uma rocha sedimentar formada quando se litifica o tilito glaciário. Estes depósitos encontrados em estratos de diferentes idades, apresentam características similares como fragmentos de rocha estriada, algumas sobrepostas à superfícies do leito de rocha polida e estriada ou associadas com arenitos e conglomerados que mostram traços de depósitos na planície aluvial. Identificaram-se dois episódios glaciares Pré-Cambriano, o primeiro há cerca de 2.000 milhões de anos e o segundo há cerca de 600 milhões de anos. Além disso, em rochas do Paleozoico tardio, de uma antiguidade de uns 250 milhões de anos, encontrou-se um registro bem documentado de uma época glacial anterior. Ainda existem ideias divergentes acerca dos fatores determinantes das glaciações, sendo as hipóteses mais importantes: a tectônica de placas e as variações da órbita terrestre.

Ainda de acordo com Rocha-Campos, é difícil apontar claramente os fatores de primeira ordem controladores das variações de temperatura ocorridas na terra, sendo provável que as idades glaciais do planeta tenham resultado de combinação de fatores incluindo mudanças paleogeográficas e variação na composição da atmosfera.

## **12 PROCESSOS EÓLICOS E A AÇÃO DOS VENTOS**

Quem nunca sentiu o impacto de minúsculas partículas de areia carregadas pelo vento forte ao caminhar em uma praia? Esse é o mais simples exemplo de deslocamento de partículas em função da ação do vento e conhecida como ação eólica. Esta atividade está associada à dinâmica externa terrestre e modela a superfície da Terra, particularmente, nas regiões dos desertos, destaca Joel Barbuji Sígolo.

Mas também, destaca Sígolo, a atividade eólica representa assim um conjunto de fenômenos de erosão, transporte e sedimentação



promovidos pelo vento. Os materiais movimentados e depositados nesse processo são denominados sedimentos eólicos. Destacando-se a erosão eólica é um tipo de erosão pelo vento com a retirada superficial de fragmentos mais finos.

A diminuição da velocidade do vento ou deflação ocorre freqüentemente em regiões de campos de dunas com a retirada preferencial de material superficial mais fino (areia, silte), permanecendo, muitas vezes, uma camada de pedregulhos e seixos atapetando a superfície erodida.

Pode ocorrer forte erosão associada à deflação, esculpindo nas rochas formas ruiformes e outras feições típicas de deserto/regiões desérticas e outras assoladas por fortes ventos. Em locais de forte e constante deflação podem se formar zonas rebaixadas, em meio a regiões desérticas, e que com as escassas chuvas formam lagos rasos (playa), secos na maior parte do tempo; lama endurecida ou camadas de sal atapetam, muitas vezes essas playas.

Veja o caso de:

▪

#### **Erosão eólica em dunas da Califórnia**

Trata-se, neste sentido, de registros deposicionais, ou seja, o transporte e a posterior deposição de partículas pelo vento formando registros geológicos peculiares que são testemunhos desse tipo de atividade no passado. Os principais registros deste tipo são as dunas, os mares de areia e os depósitos de loess.

▪

#### **Dunas em Tadrart Acacus, uma área desértica no Leste da Líbia**

### **13 PROCESSOS OCEÂNICOS E A FISIAGRAGIA DOS FUNDOS MARINHOS**

Como é se dá os processos oceanográficos e os fundos marinhos? Qual é a sua morfologia e os materiais que o compõem?

No tocante ao relevo algumas feições notáveis da geomorfologia oceânica: plataforma continental - são porções submersas dos

continentes, com baixo declive, indo do litoral até cerca de 200 metros de profundidade. É uma região mais favorável à produção biológica; planície abissal - são grandes planos nas profundezas do oceano, com profundidade média em torno de 4.000 metros; talude continental - é a zona de declive acentuado entre as planícies abissais e a plataforma continental; fossa abissal - são fraturas tectônicas, as áreas mais profundas dos oceanos; dorsal submarina - são grandes cadeias de montanhas submersas no oceano, originando-se do afastamento das placas tectônicas. Ao se afastarem, as placas tectônicas fazem com que o magma suba do manto e se solidifique, formando a crosta oceânica; falésias - são formas de relevo litorâneo abruptas, com declividades acentuadas e alturas variadas, origina-se da ação das ondas do mar sobre as rochas.

#### **14 DEPÓSITOS E ROCHAS SEDIMENTARES**

Rochas sedimentares são compostas por sedimentos carregados pela água e pelo vento, acumulados em áreas deprimidas. Correspondem a 80% da área dos continentes e é nelas que foi encontrada a maior parte do material fóssil.

▪

As rochas sedimentares são um dos três principais grupos de rochas (os outros dois são as rochas ígneas e as metamórficas) e formam-se por três processos principais: (a) pela deposição (sedimentação) das partículas originadas pela erosão de outras rochas (conhecidas como rochas sedimentares clássicas); (b) pela precipitação de substâncias em solução; (c) pela deposição dos materiais de origem biogênica (de materiais produzidos pelos seres vivos, quer de origem química ou detrítica).

As rochas sedimentares podem ser divididas respectivamente em detríticas, quimiogênicas, quimiobiogênicas.

As rochas detríticas podem ser consolidadas - se os detritos apresentam-se ligados por um cimento; não consolidadas - se os detritos não estão ligados entre si.

#### **15 EM BUSCA DO PASSADO DO PLANETA: TEMPO GEOLÓGICO**

**Geologia e o tempo.** Escala de tempo geológico representa a linha do tempo desde o presente até a formação da Terra, dividida em éons, eras, períodos, épocas e idades, que se baseiam nos grandes eventos geológicos da história do planeta. Embora devesse servir de marco cronológico absoluto à Geologia, não há concordância entre cientistas quanto aos nomes e limites de suas divisões. A versão aqui apresentada baseia-se na edição de 2004 do Quadro Estratigráfico Internacional da Comissão Internacional sobre Estratigrafia da União Internacional de Ciências Geológicas.

**Métodos modernos da Datação Absoluta.** Datação absoluta pode ser alcançada através da utilização de registros históricos e por meio da análise de padrões biológicos e geológicos resultantes de variações climáticas anuais, tais como anéis de crescimento de árvores (dendrocronologia) e análise de varvas. Após 1950, as ciências físicas contribuíram com um número de técnicas de datação absoluta que teve efeito revolucionário na arqueologia e geologia. Estas técnicas baseiam-se na medição de processos radioativos (radiocarbono; potássio-argônio, o urânio-chumbo, o tório-chumbo, etc.; rastro de fissão; termoluminescência; luminiscência estimulada opticamente e ressonância elétron-spin), processos químicos (racemização de aminoácido e hidratação de obsidiana), e as propriedades magnéticas dos materiais ígneos e depósitos sedimentares (Paleomagnetismo). Outras técnicas são ocasionalmente úteis, por exemplo, referências históricas ou iconográficas para eventos astronômicos datáveis, como eclipses solares (arqueoastronomia).

Segundo Wilson Teixeira, com a descoberta e refinamento dos métodos de datação radiométrica, no decorrer do século XX, foi possível, finalmente, estabelecer a idade da Terra em mais de 4,5 bilhões de anos. Nossa pequenez diante de um intervalo de tempo tão grande, intangível e quase inimaginável, não deve ser motivo de lamentação nem de sensação de impotência, destaca Teixeira. Ao contrário, com a desmistificação da posição do ser humano na Natureza – decorrente das descobertas de Copérnico, Galileu, Hutton, Darwin e outros, devemos nos maravilhar com a grandeza do mundo natural do qual também fazemos parte e nos unirmos para preservá-lo para gerações futuras, alerta Wilson Teixeira.

## **16 ROCHAS ÍGNEAS**

**Ígneo** refere-se àquilo que tem sua origem no fogo, ou seja, rochas ígneas são aquelas cuja formação se deu a altas temperaturas, a partir da matéria mineral fundida em grandes profundidades e que, às vrzes, extravasa à superfície do planeta através dos vulcões, de maneira espetacular, observa Gergely Szabó.

**Magma** é o nome dado a rocha fundida debaixo da superfície da Terra que, quando expelida por um vulcão, dá origem à lava. Localiza-se normalmente dentro de câmaras magmáticas, entre os 15 e os 150 km de profundidade. É composto por uma massa de silicatos a alta temperatura e pressão, entre 650 e 1200°C (podendo chegar a 1560°C), acompanhada por um conjunto variável, em proporção e tipos, de iões metálicos e compostos voláteis, ricos em enxofre.

A mistura de materiais e a presença de compostos voláteis permitem uma descida substancial da temperatura de fusão, quando comparada à que corresponderia aos materiais isolados. A relação entre a pressão e a temperatura de fusão de um material permite explicar a passagem ao estado líquido dos materiais quando se dá uma descida substancial destes valores. Uma rocha e o magma que a origina não têm um limite para mudar de estado, mas apenas um intervalo delimitado por duas temperaturas. A inferior, chamada ponto de *sólido*, é aquela à qual o primeiro componente funde e abaixo da qual todos os materiais estão no estado sólido. A superior, ponto de *líquido*, é aquela que faz com que passe para o estado líquido o último componente sólido, isto é, o que possui o ponto de fusão mais alto. A partir daí, o magma estará completamente no estado líquido. Entre essas duas temperaturas, o magma será uma mistura de materiais fundidos e sólidos, em proporções que dependem da temperatura.

O magma é o ancestral de todas as rochas ígneas, sejam elas intrusivas ou extrusivas. O magma permanece sob alta pressão e, algumas vezes, emerge através das fendas vulcânicas, na forma de lava fluente e fluxos piroclásticos. Os produtos de uma erupção vulcânica geralmente contêm gases dissolvidos que podem nunca ter alcançado a superfície do planeta. O magma se acumula em várias câmaras de magma, situadas no interior da crosta terrestre, cuja localização resulta em leves alterações na sua composição.

O **basalto** é uma rocha ígnea eruptiva, de granulação fina, afanítica, isto é, os cristais não são vistos à vista desarmada, podendo, ainda, conter grandes quantidades ou ser constituído integralmente de vidro (material amorfo). Esta rocha é constituída principalmente de plagioclásio e piroxênio e, em muitos casos, de olivina. Como minerais acessórios encontram-se, principalmente, óxidos de ferro e titânio. A rocha basáltica geralmente possui cor escura acentuada (rocha máfica), sendo muito explorada para a construção civil.

- **Pedreira de basalto**

O basalto é produzido principalmente nas erupções que ocorrem nas dorsais meso-oceânicas, que são o foco da expansão do assoalho oceânico e dão origem à chamada tectônica de placas, assim, a maior parte do embasamento oceânico é constituído de basaltos; em enormes derrames que formaram grandes platôs continentais, como, por exemplo, na Bacia do Paraná, no sul do Brasil, no norte da Sibéria, no planalto de Decan, na Índia; e em menor volume, embora mais evidentes, em erupções vulcânicas como em algumas das ilhas do arquipélago do Havaí. A cidade de Nova Prata é a capital nacional do basalto no Brasil.

**Rochas Intrusivas.** Em geologia, uma **intrusão** é um corpo de rocha ígnea que cristalizou de um magma derretido sob a superfície da Terra. As massas de magma que solidificam em profundidade, antes de atingirem a superfície terrestre, são designados plutões, de Plutão, o deus romano do submundo. Correspondentemente, as rochas deste tipo também são designadas como rochas ígneas plutônicas ou rochas ígneas intrusivas. Comparar com rochas extrusivas. A rocha que rodeia um plutão é chamada rocha encaixante.

-

Torre do Diabo, é uma intrusão ígnea exposta quando a rocha encaixante, menos resistente, foi removida por erosão.

## 17 VULCANISMO – PRODUTOS E IMPORTÂNCIA PARA A VIDA

Os produtos gerados numa erupção vulcânica podem ser sólidos, líquidos ou gasosos. **Vulcão** é uma estrutura geológica criada quando o magma, gases e partículas quentes (como cinzas) escapam para a superfície terrestre. Eles ejetam altas quantidades de poeira, gases e aerossóis na atmosfera, podendo causar resfriamento climático temporário. São frequentemente considerados causadores de poluição natural. Tipicamente, os vulcões apresentam formato cônico e montanhoso.

- **Monte Semeru e Monte Bromo em Java Oriental**

A erupção de um vulcão pode resultar num grave desastre natural, por vezes de consequências planetárias. Assim como outros desastres dessa natureza, as erupções são imprevisíveis e causam danos indiscriminados. Entre outras coisas, tendem a desvalorizar os imóveis localizados em suas vizinhanças, prejudicar o turismo e consumir a renda pública e privada em reconstruções. Na Terra, os vulcões tendem formar-se junto das margens das placas tectônicas. No entanto, existem exceções quando os vulcões ocorrem em zonas chamadas de hot spots (pontos quentes). Por outro lado, os arredores de vulcões, formados de lava arrefecida, tendem a ser compostos de solos bastante férteis para a agricultura. A palavra “vulcão” deriva do nome do deus do fogo na mitologia romana Vulcano. A ciência que estuda os vulcões designa-se por vulcanologia.

### **Produtos Vulcânicos:**

- **Jacto de lava *Pāhoehoe* com 10 m de altura (Hawaii).**

**Lavas** (do italiano *lava*, derivado do latim *labes*: queda, declive ou penetrante) é a designação dada ao material geológico em fusão, com

temperatura em geral entre os 600°C e os 1250°C, que um vulcão expela durante uma erupção. Embora em função da sua composição e temperatura as lavas possam ter uma viscosidade superior a 100000 vezes a da água, algumas delas, particularmente as máficas, podem ser bastante fluidas, o que em conjunto com as suas propriedades de tixotropia e de pseudoplasticidade permite que as escoadas lávicas criadas pelas erupções efusivas (não explosivas) permaneçam ativas durante períodos longos e cheguem a percorrer mais de uma dezena de quilômetros antes de solidificar. A lava deriva diretamente do magma, o material em fusão que se encontra sob a superfície da Terra, cuja composição reflete, pelo que ao solidificar, depois de desgaseificar e arrefecer, forma escoadas lávicas constituídas pelas correspondentes rochas ígneas extrusivas. O termo lava foi pela primeira vez utilizado referindo-se à extrusão de magma pelo médico e naturalista napolitano Francesco Serao (1702–1783) numa nota sobre a erupção do Vesúvio que ocorreu entre 14 de Maio e 4 de Junho de 1737.

- **Escoada lávica activa Aa avançando sobre lava Pāhoehoe (Kīlauea, Havai).**

- **Escoada de lava entrando no mar (ilha da Reunião, 2004).**

## **18 ROCHAS METAMÓFICAS**

Em geologia, chamam-se **rochas metamórficas** àquelas que são formadas por transformações físicas e/ou químicas sofridas por outras rochas, quando submetidas ao calor e à pressão do interior da Terra, num processo denominado metamorfismo. As rochas metamórficas são o produto da transformação de qualquer tipo de rocha levada a um ambiente onde as condições físicas (pressão, temperatura) são muito distintas daquelas onde a rocha se formou. Nestes ambientes, os minerais podem se tornar instáveis e reagir formando outros minerais, estáveis nas condições vigentes. Não apenas as rochas sedimentares ou ígneas podem sofrer metamorfismo, as próprias rochas metamórficas também podem, gerando uma nova rocha metamorfizada com diferente composição química e/ou física da rocha inicial.

Como os minerais são estáveis em campos definidos de pressão e temperatura, a identificação de minerais das rochas metamórficas permite reconhecer as condições físicas em que ocorreu o metamorfismo. O estudo das rochas metamórficas permite a identificação de grandes eventos geotectônicos ocorridos no passado, fundamentais para o entendimento da atual configuração dos continentes.

As cadeias de montanhas (ex. Andes, Alpes, Himalaias) são grandes enrugamentos da crosta terrestre, causados pelas colisões de placas tectônicas. As elevadas pressões e temperaturas existentes no interior das cadeias de montanhas são o principal mecanismo formador de rochas metamórficas. O metamorfismo pode ocorrer também ao longo de planos de deslocamentos de grandes blocos de rocha (alta pressão) ou nas imediações de grandes volumes de magmas, devido à dissipação de calor (alta temperatura).

**Características do Metamorfismo:** Minerais deformados e alinhados exemplo: mármore, quartzo e ardósia; Pressão; Fluidos de Circulação; Tempo.

Embora não nos seja possível assistir à gênese de rochas metamórficas, visto ocorrer a grandes profundidades, conseguimos facilmente através de variados estudos concluir que a temperatura e a pressão são os principais fatores de metamorfismo. No entanto estes dois fatores encontram-se intimamente ligados a outras condicionantes como é o caso dos fluidos de circulação, a intensidade de aquecimento e o tempo durante o qual a rocha se encontra submetida a esses fatores. Desta forma ocorre o metamorfismo, ou seja, as rochas apesar de se manterem no estado sólido sofrem alterações um pouco profundas que incluem modificações tanto a nível químico como a nível estrutural. A rocha sofre ainda alterações na textura. Todos estes agentes atuam em conjunto apesar de existirem diferentes ambientes metamórficos. O metamorfismo pode ser baixo, médio e de alto grau. De seguida falaremos acerca de cada um dos agentes do metamorfismo. Com temperaturas baixas as rochas ficam em gelo sofrendo por isso metamorfismo. Com temperaturas altas as rochas derretem formando magma. O gelo e o magma podem, por isso, ser considerados exemplos de rochas metamórficas.



**Pressão:** Como o processo designado por metamorfismo que ocorre no interior da terra, as rochas encontram-se a diferentes profundidades, e, desta forma, sujeitas a pressões variadas. A maior parte das pressões são devidas ao peso das camadas superiores designando-se por isso pressões litostáticas. Estas pressões podem-se sentir facilmente a profundidades relativamente pequenas. Existem ainda outras pressões orientadas que se relacionam directamente com compressões provenientes dos movimentos laterais das placas litosféricas. A orientação e deformação de muitos minerais existentes nas rochas metamórficas evidencia a influência deste tipo de pressão como podemos verificar nas seguintes figuras (macro e microscópicas respectivamente).

**Fluidos de circulação** - nos intervalos das rochas predominam diversos fluidos quer no estado gasoso quer no estado líquido importantes e frequentes nas rochas de baixo metamorfismo. A água influencia ainda o ponto de fusão dos materiais, podendo assim ocorrer fusão a temperaturas muito mais baixas do que as indispensáveis em ambientes meio secos.

**Tempo** - o tempo é um fator bastante importante para a formação deste tipo de rochas. Não se pode dizer exactamente quanto tempo demora uma rocha metamórfica a formar-se para diversas condições de temperatura e de pressão. Contudo diversas experiências laboratoriais mostram que a altas pressões e a altas temperaturas, durante um período de tempo de alguns milhares ou mesmo milhões de anos, se produzem cristais de dimensões elevadas. Há ainda que referir que se pensa que as rochas metamórficas são o produto de um longo metamorfismo a alta pressão e a alta temperatura quando apresentam um aspecto granular grosseiro e que as rochas de grão fino serão eventualmente o produto de baixas temperaturas e pressões.

No tocante aos **Tipos de metamorfismo**, têm-se: (a) metamorfismo regional: as rochas pré-existentes são modificadas por um aumento de pressão superior ao aumento de temperatura e de tensões não-litostáticas. O metamorfismo regional está relacionado com limites convergentes, onde se verificam altas temperaturas e pressões. Algumas rochas deste tipo de metamorfismo são a ardósia, o filito, o micaxisto e a gnaiss; (b) metamorfismo de contacto: está directamente relacionado com as

intrusões magmáticas. Como estão a temperaturas muito elevadas, causam uma instabilidade nos minerais das rochas envolventes à inclusão magmática. Essa instabilidade vai levar ao rearranjo estrutural dos minerais, formando novas ligações químicas, formando, então, novos minerais. Exemplos: corneana, quartzito e mármore; (c) metamorfismo dinâmico: desenvolve-se em faixas longas estreitas nas adjacências de falhas ou zonas de cisalhamento; (d) metamorfismo por soterramento: está geralmente associado com bacias sedimentares formadas na margem de distensão das placas; (e) metamorfismo hidrotermal: resulta da percolação de águas quentes ao longo de fraturas e espaços intergranulares das rochas; (f) metamorfismo de impacto: desenvolve-se em locais submetidos ao impacto de grandes meteoritos; (g) metamorfismo de fundo oceânico: metamorfismo que ocorre junto às ridges meso-oceânicas, sendo fatores essenciais a temperatura e o fluido.

## **19 ESTRUTURAS EM ROCHAS**

Estrutura geológica - Escudos antigos ou maciços cristalinos: são blocos imensos de rochas muito antigas, as primeiras que apareceram na crosta terrestre. Constituídos de rochas cristalinas, do tipo magmático-plutônicas, formadas em eras pré-cambrianas, ou de rochas metamórficas, originadas de material sedimentar do Paleozoico, são extensões resistentes, estáveis, bastante desgastadas e geralmente associadas à ocorrência de minerais metálicos. No Brasil, correspondem a cerca de 36% da área total de seu território e são divididos em duas grandes porções: o escudo das Guianas, ao norte da planície Amazônica, e o escudo Brasileiro, na parte centro-oriental do país, cuja grande extensão permite dividi-lo em seis escudos e núcleos: Sul-Amazônico, Atlântico, Araguaia-Tocantins, Sul-Rio Grandense, Gurupi e Bolívia-Mato Grossense.

## **20 RECURSOS HÍDRICOS**

Os **recursos hídricos** são as águas superficiais ou subterrâneas disponíveis para qualquer tipo de uso de região ou bacia. As águas subterrâneas são o principal reservatório de água doce disponível para o Homem (aproximadamente 60% da população mundial tem como principal fonte de água os lençóis freáticos ou subterrâneos).

À partida, sendo a água um recurso renovável estaria sempre disponível para o Homem utilizar. No entanto, como o consumo tem excedido a renovação da mesma, atualmente verifica-se um stress hídrico, ou seja, falta de água doce principalmente junto aos grandes centros urbanos e também a diminuição da qualidade da água, sobretudo devido à poluição hídrica por esgotos domésticos e industriais. No âmbito do desenvolvimento sustentável, o manejo sustentável dos recursos hídricos compreende as ações que visam garantir os padrões de qualidade e quantidade da água dentro da sua unidade de conservação, a bacia hidrográfica.

É atualmente aceito o conceito de gestão integrada dos recursos hídricos como paradigma de gestão da água. Quase todos os países já adotaram uma "legislação das águas " dentro da disciplina de Direito Ambiental. No Brasil é a Lei 9949/97 também denominada Lei das Águas. Procurar este conceito e dar relevância à necessidade de integrar a gestão da água em função dos seus diferentes tipos de uso ( irrigação, abastecimento, energia hidráulica, controle de enchentes, piscicultura, lazer e outros ) das diferentes dimensões de conhecimento que estão envolvidas, dos diferentes tipos de instituições. Pressupõe a valorização da água em função da sua natureza renovável e fluida. As ações a desenvolver no âmbito da gestão das águas podem ser de diferentes tipos: Preventivas ou corretivas; Pontuais ou distribuídas; Educativas e legislativas.

O estudo da água na natureza, nas suas diversas formas, é objeto da ciência da Hidrologia. Estas matérias e outras correlatas são normalmente estudadas nos cursos de Engenharia hidráulica, Engenharia sanitária e/ou Engenharia ambiental.

### **Abundância e Distribuição da Água Doce no Planeta.**

Chama-se **água doce** a água dos rios, lagos e a maioria dos lençóis subterrâneos, com uma salinidade próxima de zero, por oposição à água do mar (que tem geralmente uma salinidade próxima de 35 gramas de sais dissolvidos por litro) e à água salobra, como a dos estuários, que tem uma salinidade intermédia. A água doce é procedente de um processo de precipitação (chuva, granizo, neve) ou do degelo de geleiras.

### **Distribuição da água doce na Terra:**

Gelos, geladeiras e geleiras — 77,39%

Águas subterrâneas — 22,03%

Lagos, rios etc. — 0,37%

Umidade do solo — 0,18%

Vapor atmosférico — 0,03%

As águas dos lagos, rios, represas e as águas subterrâneas são considerados “água disponível para consumo humano”, correspondentes a 22,4% do total da água doce existente na Terra. Dessa água doce disponível, as águas subterrâneas correspondem a cerca de 97~98%, e os rios e lagos correspondem a 2% apenas. A "água disponível para consumo humano" não é necessariamente água potável.

**O Recurso Hídrico Subterrâneo.** A água subterrânea toda aquela água que ocupa todos os espaços vazios de uma formação geológica, os chamados aquíferos.

Vale ressaltar que nem toda água que está embaixo da terra é considerada como água subterrânea por haver uma distinção daquela que ocupa o lençol freático, que é chamada de água de solo e tem maior interesse para a agronomia e botânica. Um maciço rochoso ou um solo argiloso, pode servir de leito para as águas subterrâneas, pois permitem que ela se acumule e elimine todos os espaços vazios do solo. Em geral, as águas subterrâneas são armazenadas ou em rochas sedimentares porosas e permeáveis, ou em rochas não-porosas, mas fraturadas. Neste último caso, as fraturas geram um efeito físico similar ao da permeabilidade. Um caso menos frequente é o das rochas calcáreas, nas quais até mesmo a baixa acidez das águas da chuva é capaz de abrir verdadeiros túneis, por onde flui a água subterrânea. A maior reserva de água doce do mundo se encontra nas geleiras (quase 70%) seguida pela existente no subsolo (quase 30%), representando esta última cerca de 90% do total de água doce disponível para consumo humano. Uma das maiores reservas de águas subterrâneas do mundo é o famoso **Aquífero Guarani**, que ocupa o subsolo do nordeste da Argentina, centro-sudoeste do Brasil, noroeste do Uruguai e sudeste do Paraguai.

## 21 RECURSOS MINERAIS

Segundo Jorge Bettencourt, a expressão recursos minerais qualifica materiais rochosos que efetiva ou potencialmente possam ser

utilizados pelo ser humano. Representa desde porções relativamente restritas até grandes massas de crosta terrestre e a própria rocha ou um ou mais de seus constituintes: minerais ou elementos químicos específicos, despertam um interesse utilitário, conclui Jorge Bettencourt.

Jazida mineral (também depósito mineral) é uma concentração local ou massa individualizada de uma ou mais substâncias úteis que tenham valor econômico, seja na superfície ou no interior da Terra. Ainda que o termo seja mais associado a uma concentração de minerais, pode referir-se também à concentração de outras substâncias naturais, inclusive fósseis, tais como o carvão e o petróleo.

**Extraindo e utilizando minérios. Mineração** é um termo que abrange os processos, atividades e indústrias cujo objetivo é a extração de substâncias minerais a partir de depósitos ou massas minerais. Podem incluir-se aqui a exploração de petróleo e gás natural e até de água. Como atividade industrial, a mineração é indispensável para a manutenção do nível de vida e avanço das sociedades modernas em que vivemos. Desde os metais às cerâmicas e ao betão, dos combustíveis aos plásticos, equipamentos elétricos e eletrônicos, computadores, cosméticos, passando pelas estradas e outras vias de comunicação e muitos outros produtos e materiais que utilizamos ou de que desfrutamos todos os dias, todos eles têm origem na atividade da mineração. Pode-se sem qualquer tipo de dúvida dizer que sem a mineração a civilização atual, tal como a conhecemos, pura e simplesmente não existiria, fato do qual a maioria de nós nem sequer se apercebe.

▪  
**Precipitado de hidróxido de ferro num regato recebendo  
águas ácidas de uma mina de carvão (Missouri, Estados Unidos)**

A **imagem um tanto negativa** desta atividade junto da sociedade em geral, sobretudo nas últimas décadas, deve-se sobretudo aos profundos impactos que ela pode ter no ambiente (sobretudo os negativos) e que têm sido a causa de numerosos **acidentes** ao longo dos tempos. São os problemas ambientais.

Por último, não nos podemos esquecer que a capacidade desta atividade em fornecer à sociedade os materiais que esta necessita não é

infinita, pois muitos dos recursos minerais explorados são, pelo contrário, bastante finitos.

### **Recursos minerais no Brasil.**

O Programa Recursos Minerais do Brasil objetiva o levantamento de informações geológico-econômicas e metalogenéticas do território brasileiro para subsidiar as atividades de exploração mineral em todo o território nacional, provendo, ainda, estudos sobre a potencialidade de áreas cuja ambiência geológica apresenta-se favorável à presença de metais. No ano de 2005, com continuidade no ano de 2006, foram priorizados, estudos que objetivam apoiar atividades de extração mineral de pequeno porte; o aumento na oferta de minerais industriais e de insumos minerais para a agricultura e para a construção civil, e o desenvolvimento de estudos metalogenéticos. Desta forma, foram conduzidos projetos específicos agrupados em três subprogramas.

No âmbito do Subprograma Avaliação de Potencial Mineral de Pequenos Depósitos e Distritos Mineiros, foram realizados estudos de avaliação do potencial de pequenos depósitos e distritos mineiros, como apoio aos arranjos produtivos locais. No âmbito do Subprograma Bens não Metálicos foram conduzidas pesquisas em áreas de ocorrência de rochas carbonáticas potenciais para uso como fertilizantes e corretivos de solo in natura; de zeolitas para uso industrial e agrícola; de minerais para construção civil em regiões metropolitanas e de agregados marinhos. No âmbito do Subprograma Estudos Metalogenéticos, foram conduzidas pesquisas em ambientes favoráveis à presença de metais básicos\ferrosos (Cu, Zn, Pb, Cr) e nobres (Elementos do Grupo da Platina).

## **22 RECURSOS ENERGÉTICOS**

Conforme o entendimento de Fabio Taioli, os recursos energéticos utilizados atualmente pelas nações industrializadas são o combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural), hidreletricidade, energia nuclear e outras formas de energia menos difundidas como geotérmicas, solar, eólica, proveniente da biomassa, de marés e, mais recentemente, de ondas.

**Recursos energéticos** são todos aqueles recursos que direta ou indiretamente originam ou acumulam energia. Como Recursos energéticos, atualmente e ao nível dos países industrializados, utiliza-se como principal fonte de energia os combustíveis fósseis, os quais têm reservas limitadas e a sua utilização tem causado graves consequências para o ambiente, como o efeito de estufa, destruição da camada de ozono e chuvas ácidas. Agora também existe a obtenção de energia a partir do vento, das ondas do mar, do Sol etc.

**Biomassa.** Do ponto de vista da geração de energia, o termo biomassa abrange os derivados recentes de organismos vivos utilizados como combustíveis ou para a sua produção. Do ponto de vista da ecologia, biomassa é a quantidade total de matéria viva existente num ecossistema ou numa população animal ou vegetal. Os dois conceitos estão, portanto, interligados, embora sejam diferentes. Na definição de biomassa para a geração de energia excluem-se os tradicionais combustíveis fósseis, embora estes também sejam derivados da vida vegetal (carvão mineral) ou animal (petróleo e gás natural), mas são resultado de várias transformações que requerem milhões de anos para acontecerem. A biomassa pode considerar-se um recurso natural renovável, enquanto que os combustíveis fósseis não se renovam a curto prazo.

A **biomassa** é utilizada na produção de energia a partir de processos como a combustão de material orgânico produzida e acumulada em um ecossistema, porém nem toda a produção primária passa a incrementar a biomassa vegetal do ecossistema. Parte dessa energia acumulada é empregada pelo ecossistema para sua própria manutenção. Suas vantagens são o baixo custo, é renovável, permite o reaproveitamento de resíduos e é menos poluente que outras formas de energias como aquela obtida a partir de combustíveis fósseis.

A queima de biomassa provoca a liberação de dióxido de carbono na atmosfera, mas como este composto havia sido previamente absorvido pelas plantas que deram origem ao combustível, o balanço de emissões de CO<sub>2</sub> é nulo.

**Carvão mineral.** O carvão mineral é um combustível fóssil natural extraído do solo por processos de mineração. É um mineral de cor preta

ou marrom prontamente combustível. É composto primeiramente por átomos de carbono e magnésio sob a forma de betumes. Dos diversos combustíveis produzidos e conservados pela natureza sob a forma fossilizada, acredita-se ser o carvão mineral o mais abundante.

**Consequências do uso do carvão:** quando o carvão mineral é queimado para ser transformado em energia, a libertação de dióxido de carbono causa poluição na atmosfera, agravando o aquecimento global. Na década de 1950, a poluição atmosférica devido ao uso do carvão causou elevado número de mortes e deixou milhares de doentes em Londres, durante "o grande nevoeiro de 1952". Libera poluentes como dióxido de carbono e óxidos de nitrogênio; contribui para a chuva ácida.

- Carvão.

**O petróleo no Brasil.** No Brasil, a primeira sondagem foi realizada no município de Bofete no estado de São Paulo, entre 1892 e 1896, por iniciativa Eugênio Ferreira de Camargo. Foi responsável pela primeira perfuração, até à profundidade de 488 metros, que teve como resultado apenas água sulfurosa. Em 1932 foi instalada a primeira refinaria de petróleo do país, a Refinaria Rio-grandense de Petróleo, em Uruguaiana, a qual utilizava petróleo importado do Chile, entre outros países. Foi somente no ano de 1939 que foi descoberto óleo em Lobato (Salvador), no estado da Bahia. Desde os anos 1930 o tema do petróleo foi amplamente discutido no Brasil, polarizado entre os que defendiam o monopólio da União e os que defendiam a participação da iniciativa privada na exploração petrolífera. Entretanto, naquele período, o país ainda dependia das empresas privadas multinacionais para todas as etapas da exploração petrolífera, desde a extração, refino até a distribuição de combustíveis.

Após a Segunda Guerra Mundial iniciou-se no país um grande movimento em prol da nacionalização da produção petrolífera. Naquela época o Brasil era um grande importador de petróleo e as reservas brasileiras eram pequenas, quase insignificantes. Mesmo assim diversos movimentos sociais e setores organizados da sociedade civil mobilizaram a campanha "O petróleo é



nosso!", que resultou na criação da Petrobrás em 1953, no segundo Governo de Getúlio Vargas. A Lei 2.004 de 3 de outubro de 1953 também garantia ao Estado o monopólio da extração de petróleo do subsolo, que foi incorporado como artigo da Constituição de 1967 (Carta Política de 1967) através da Emenda nº 1, de 1969. O monopólio da União foi eliminado nos anos 1990, com a EC 9/1995 que modificou o Art. 177 da Constituição Federal.

Após a crise petrolífera de 1973, a Petrobrás modificou sua estratégia de exploração petrolífera, que até então priorizava parcerias internacionais e a exploração de campos mais rentáveis no exterior. Entretanto, naquela época o Brasil importava 90% do petróleo que consumia e o novo patamar de preços tornou mais interessante explorar petróleo nas áreas de maior custo do país, e a Petrobrás passou a procurar petróleo em alto mar. Em 1974 a Petrobrás descobre indícios de petróleo na Bacia de Campos, confirmados com a perfuração do primeiro poço em 1976. Desde então esta região da Bacia de Campos tornou-se a principal região petrolífera do país, chegando a responder por mais de 2/3 do consumo nacional até o início dos anos 1990, e ultrapassando 90% da produção petrolífera nacional nos anos 2000.

- **Plataforma marinha de extração do petróleo**

Em 2007 a Petrobrás anunciou a descoberta de petróleo na camada denominada Pré-sal, que posteriormente verificou-se ser um grande campo petrolífero, estendendo-se ao longo de 800 km na costa brasileira, do estado do Espírito Santo ao de Santa Catarina, abaixo de espessa camada de sal (rocha salina) e englobando as bacias sedimentares do Espírito Santo, de Campos e de Santos. O primeiro óleo do pré-sal foi extraído em 2008 e alguns poços como Tupi estão em fase de teste, devendo iniciar a produção comercial em 2010.

## **23 A TERRA: PASSADO, PRESENTE E FUTURO**

De acordo com Thomas R. Fairchild, a história da terra pode ser contada em termos de três linhas-mestra da história da evolução de nosso Planeta: tendências seculares; processos cíclicos e eventos singulares.

**História da terra** - Terra começou com a formação do sistema solar estava tomando forma, provavelmente dentro de uma nuvem grande de gás e poeira em torno do sol. A abundância relativa de uns elementos mais pesados no sistema solar sugere que estes gás e poeira eram derivados de um supernova. Alguns elementos mais pesados são gerados dentro das estrelas pela fusão nuclear do hidrogênio, que são de outra maneira incomuns.

Nós podemos ver processos similares ocorrer hoje em nebulosas, como a nebulosa M16. O sol formou-se dentro de uma nuvem de gás e a poeira, e começou a se submeter à fusão nuclear e a emitir luz e calor. As partículas que orbitavam o sol começaram a se unir em corpos maiores, conhecidos como planetésimos, que continuaram a agregar-se em planetas maiores, o material "restante" deu forma a asteroides e cometas, como o asteroide Ida. Como as colisões entre planetésimos grandes liberam muito calor, a terra e outros planetas seriam derretidos no começo de sua historia. A solidificação do material derretido aconteceu enquanto a terra esfriou. Os meteoritos mais velhos e as rochas lunares têm aproximadamente 4,5 bilhões de anos, mas a rocha mais velha da terra conhecida atualmente tem 3,8 bilhões de anos. Por algum tempo durante os primeiros 800 milhões de anos de sua historia, a superfície da Terra mudou do líquido ao sólido. Uma vez que a rocha dura formou-se na Terra sua historia geológica começou. Isto aconteceu provavelmente antes de 3,8 bilhões de anos, mas a evidência disso não esta disponível. A erosão e o tectonismo destruíram provavelmente toda a rocha mais antiga que 3,8 bilhões de anos. O começo do registro de rocha que existe atualmente na Terra é do Arqueano.

Destaca também, Thomas Fairchild, as tendências seculares na história da geologia, incluindo a fase cósmica de impactos meteoríticos na superfície terrestre, o fluxo de calor radiogênico e a formação da crosta continental, em seguida se dá a evolução biológica, sistema Terra-Lua e seus efeitos, o ciclo de supercontinentes e seus efeitos, o ciclo estufa-refrigerador e, por fim, eventos singulares e seus efeitos: origem da vida. Não convém aqui, destacar cada período mencionado, por economia de tempo e espaço.

## **24 A TERRA, A HUMANIDADE E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**Desenvolvimento sustentável** é um conceito sistêmico que se traduz num modelo de desenvolvimento global que incorpora os aspectos de desenvolvimento ambiental no modelo de desenvolvimento socioeconômico. Foi usado pela primeira vez em 1987, no Relatório Brundtland, um relatório elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criado em 1983 pela Assembleia das Nações Unidas.

▪  
**Esquema representativo das várias componentes do desenvolvimento sustentável.**

A definição mais usada para o desenvolvimento sustentável é: “O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais” (Relatório Brundtland).

O campo do desenvolvimento sustentável pode ser conceitualmente dividido em três componentes: a sustentabilidade ambiental, sustentabilidade econômica e sustentabilidade sócio-política.

Mas quais são os componentes do Desenvolvimento Sustentável?

**Sustentabilidade ambiental** - A sustentabilidade ambiental consiste na manutenção das funções e componentes do ecossistema, de modo sustentável,[42][43] podendo igualmente designar-se como a capacidade que o ambiente natural tem de manter as condições de vida para as pessoas e para outras espécies e a qualidade de vida para as pessoas, tendo em conta a habitabilidade, a beleza do ambiente e a sua função como fonte de energias renováveis.

As Nações Unidas, através do sétimo ponto das Metas de desenvolvimento do milênio procura garantir ou melhorar a sustentabilidade ambiental, através de quatro objetivos principais:

1 Integrar os princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e programas nacionais e reverter a perda de recursos ambientais.

2 Reduzir de forma significativa a perda da biodiversidade.

3 Reduzir para metade a proporção de população sem acesso a água potável e saneamento básico.

4 Alcançar, até 2020 uma melhoria significativa em pelo menos cem milhões de pessoas a viver abaixo do limiar da pobreza.

**Sustentabilidade econômica** - a sustentabilidade econômica, enquadrada no âmbito do desenvolvimento sustentável é um conjunto de medidas e políticas que visam a incorporação de preocupações e conceitos ambientais e sociais. Aos conceitos tradicionais de mais valias econômicas são adicionados como fatores a ter em conta, os parâmetros ambientais e socioeconômicos, criando assim uma interligação entre os vários sectores.

Assim, o lucro não é somente medido na sua vertente financeira, mas igualmente na vertente ambiental e social, o que potencia um uso mais correto quer das matérias primas, como dos recursos humanos. Há ainda a incorporação da gestão mais eficiente dos recursos naturais, sejam eles minerais, matéria prima como madeira ou ainda energéticos, de forma a garantir uma exploração sustentável dos mesmos, ou seja, a sua exploração sem colocar em causa o seu esgotamento, sendo introduzidos elementos como nível ótimo de poluição ou as externalidades ambientais, acrescentando aos elementos naturais um valor econômico.

**Sustentabilidade sócio-política** - a sustentabilidade sócio-política centra-se no equilíbrio social, quer na sua vertente de desenvolvimento social, como sócio. É um veículo de humanização da economia, ao mesmo tempo em que pretende desenvolver o tecido social, nas suas componentes humana e cultural.

Neste sentido, foram desenvolvidos dois grandes planos: a agenda 21 e as metas de desenvolvimento do milênio. A Agenda 21 é um plano global de ação a ser tomada a nível global, nacional e local, por organizações das Nações Unidas, governos, e grupos locais, nas diversas áreas onde se verificam impactes significativos no ambiente. Em termos práticos, é a mais ambiciosa e abrangente tentativa de criação de um novo padrão para o desenvolvimento do século XXI, tendo por base os conceitos de desenvolvimento sustentável. As Metas de Desenvolvimento do Milênio (MDM) surgem da Declaração do Milênio das Nações Unidas, adotada pelos 191

estados membros no dia 8 de Setembro de 2000. Criada em um esforço para sintetizar acordos internacionais alcançados em várias cúpulas mundiais ao longo dos anos 1990 relativos ao meio-ambiente e desenvolvimento, direitos das mulheres, desenvolvimento social, racismo, entre outras, a Declaração traz uma série de compromissos concretos que, se cumpridos nos prazos fixados, segundo os indicadores quantitativos que os acompanham, deverão melhorar o destino da humanidade neste século. Esta declaração menciona que os governos “não economizariam esforços para libertar nossos homens, mulheres e crianças das condições abjetas e desumanas da pobreza extrema”, tentando reduzir os níveis de pobreza, iliteracia e promovendo o bem estar social. Estes projetos são monitorizados com recurso ao Índice de Desenvolvimento Humano, que é uma medida comparativa que engloba três dimensões: riqueza, educação e esperança média de vida.

Considerando a globalização e a dinâmica social do final do século XX, no qual o projeto neoliberal vigente (Era FHC) privilegiava o livre comércio, o projeto de privatizações, a retração do Estado (tese do Estado mínimo) – viu-se o aumento da pobreza e a concentração de renda, sem a diminuição da taxa de desemprego.

Com a globalização da economia, que atende especialmente aos interesses das corporações transnacionais e dos grandes investidores reforçando o ideário do interesse privado em detrimento dos valores coletivos, incluindo o meio-ambiente, surgem algumas questões: como compatibilizar a influência do Estado e as forças da globalização? Como induzir sentimentos éticos, de solidariedade e de responsabilidade nos diversos segmentos com poder econômico, para que contribuam espontaneamente, sacrificando, se for o caso, alguns de seus objetivos restritos, em nome do bem-estar comum da sociedade? - questiona Fabio Taioli. Como induzir os mesmos sentimentos de solidariedade nos setores que vêm sofrendo empobrecimento com a política neoliberal de globalização? É viável pensar em um governo supranacional ou global?

Qual seria, neste contexto de globalização, o papel das Geociências no Século XXI? Umberto G. Gordani e Fabio Taioli nos apontam algumas indicações:

1. Um monitoramento contínuo dos processos evolutivos do planeta;
2. Busca, gerenciamento e fornecimento de recursos minerais;
3. Busca, gerenciamento e fornecimento de recursos energéticos;
4. Conservação e gerenciamento dos recursos hídricos;
5. Conservação e gerenciamento de solos agrícolas;
6. Redução de desastres naturais;
7. Disposição adequada de resíduos;
8. Um aprofundamento qualitativo entre globalização versus sustentabilidade.

Por fim, destacam Gordani & Taioli, qualquer modelo de desenvolvimento deverá se pautar em padrões éticos que objetivam um melhor equilíbrio nos padrões de consumo entre os povos, de forma a garantir um bem-estar mínimo a toda a população, sem ultrapassar a capacidade do meio ambiente de se regenerar. Nesse contexto, os que têm muito e mais pressionam os ecossistemas do planeta terão de abrir mão de uma parte de seus privilégios para que aqueles que têm pouco possam também viver dignamente. Desta forma, destacam que não só os geocientistas, mas toda humanidade terá de participar na preservação do Sistema Terra, condição necessária para a própria sobrevivência da espécie humana, concluem.

15. UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências. Geração e gerenciamento dos resíduos sólidos provenientes das atividades humanas. 2. ed. rev. Ijuí: Unijui, 2003. (Situação de estudo: ciências no ensino fundamental, 1).  
Disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/gipec/gipec-main.html>>  
Acesso em: 26 jan. 2010.

**Situação de Estudo Educação Básica:** *um caminho novo para pensar a organização do currículo em ciências.*

O texto didático tem grande influência sobre o tipo de aula que acontece nas escolas, tirando, até mesmo, a autonomia de professores e estudantes sobre discussões e aprendizado. Notamos avanços nos livros didáticos atuais de Ciências: preocupação com os temas transversais e conseqüente contextualização dos conteúdos abordados. Porém, permanece a tradicional

sequência de conteúdos: estudo do meio para 5ª série; seres vivos para a 6ª; corpo humano para a 7ª; princípios da física e química para 8ª série. Diferentemente, os PCN-CN propõem a divisão em quatro eixos: Terra e Universo; Vida e Ambiente; Ser humano e Saúde; Tecnologia e Sociedade; além dos temas transversais. Para isso, sugerem a *tematização dos conteúdos* em que os diferentes conceitos das Ciências e da cultura são contemplados na medida da necessidade, rompendo com a tradição disciplinar precoce no ensino das ciências naturais na educação fundamental, e, apontam a interdisciplinaridade como prática mais adequada.

Uma disciplina estrutura-se em um sistema conceitual muito preciso. Os conceitos das diferentes disciplinas estão interligados entre si, de tal maneira que um novo significado de um conceito influencia e complementa o significado de outro. O pensamento conceitual exige níveis avançados de abstração, tornando a inviável, no Ensino Fundamental, divisão por disciplinas.

Em termos gerais, uma Situação de Estudo parte da vivência social dos alunos, visando facilitar a interação pedagógica necessária à construção da forma interdisciplinar do pensamento e à produção da aprendizagem significativa e contextualizada. As situações de estudo têm capacidade de superar, progressivamente, a linearidade, a fragmentação e a rigidez do ensino tradicional em Ciências.

### **A Experiência Acumulada: as raízes dessa situação de estudo.**

O tema “Resíduos Sólidos” possui uma enorme riqueza e complexidade. Mais do que as análises bioquímicas do processo, este tema nos permite questionamento e reflexões sobre sua geração e o seu descarte. Este tema possibilitou então o desenvolvimento de inúmeros projetos. Porém, notou-se que a conscientização sobre a importância da responsabilidade individual e coletiva sobre os resíduos sólidos não obteve respostas “esperadas” nas escolas.

A formação de uma nova consciência ambiental exige um grande desenvolvimento de todos, não bastam intervenções rápidas – oficinas e palestras. Notaram-se também sérios problemas conceituais sobre o tema em uma turma de Química da Unijuí.

Isso levou a propor o Gerenciamento e Tratamento de Resíduos Sólidos como Situação de Estudo.

### **Resíduos Sólidos Domésticos**

Podemos dividi-los em cinco grupos: sólidos (RSD, industriais, comerciais...); líquidos (jogados nos ralos das pias, sanitários, bueiros, quintais...); gasosos (reações de combustão, gases de refrigeração, gases em aerossóis); partículas sólidas dissipadas no ar (fumaças, poeira, aerossóis...); pastosos (fezes e lodo de esgoto).

Há uma preocupação especial com os resíduos sólidos produzidos nas cidades, pois são constituídos de restos de alimentos, cascas, podas etc., chamado lixo úmido. Esses resíduos, na maioria dos municípios brasileiros, não são gerenciados adequadamente. Além da quantidade de resíduos sólidos descartados, é importante pensar que esse lixo é composto de materiais que poderiam ser reaproveitados e acabam indo para aterros e lixões a céu aberto.

## **Lixo: problema e solução. Uma questão social.**

Apenas 70% do lixo domiciliar no Brasil é coletado e, em geral, depositado a céu aberto. Esta forma de dispor o lixo provoca poluição do solo, da água e do ar, além de vetores de doenças infecciosas. Antes de pensar em tratamentos de resíduos devemos ter em mente alguns pressupostos:

*Responsabilidade individual:* todas as atividades humanas geram resíduos.

*Responsabilidade coletiva:* estratégias de minimização e não geração devem ser executadas por toda a sociedade.

*Prevenção:* constatação de que o uso indevido de recursos hídricos, desperdício de energia, emissão de substâncias tóxicas afetam o equilíbrio ecológico do planeta.

*Sustentabilidade:* combate ao desperdício e um uso mais racional dos recursos naturais.

A partir disso, então, é preciso: repensar os hábitos de consumo diminuindo a geração de resíduos; re-educar em um processo contínuo para a não geração e minimização; recondicionar, recuperar ou restaurar os materiais prolongando seu tempo de uso; remodelar os materiais os tornando mais modernos e atuais; reusar, reutilizar, reaproveitar; reciclar resíduos que possam ser considerados matéria-prima para a fabricação de diferentes produtos.

## **Compostagem e Organismos Vivos.**

A compostagem é um processo biológico de transformação desenvolvido em sistemas aeróbicos controlados, que proporcionam esterilização, mineralização e humificação dos resíduos orgânicos, gerando um composto orgânico que possui diversos usos e aplicações. Ela é realizada pelos decompositores, que se alimentam de tais resíduos. Há três tipos de decompositores:

*Necrófagos* – alimentam-se de cadáveres. Por exemplo: urubus, besouros, formigas, larvas de moscas.

*Detritívoros* – animais que comem detritos: restos de vegetais, restos de animais ou ainda excrementos. Por exemplo: moscas, besouros, formigas.

*Micro decompositores* – agem sobre os corpos de outros organismos mortos e sobre restos de animais e vegetais simultaneamente aos necrófagos e detritívoros, completando a decomposição.

Quanto mais heterogêneo for o lixo úmido, maior será a diversidade dos decompositores. Deve-se atentar também a uma boa aeração do lixo – adicionando materiais palhosos, e a uma trituração do lixo aumentando a superfície de contato do lixo.

## **Lixo Úmido.**

A biodegradação é a transformação química produzida pelos decompositores. A compostagem, por ser um processo de decomposição aeróbico, depende da ação e interação de micro-organismos já presentes no lixo, mas que depende também de condições favoráveis, tais como



temperatura, pH, umidade e presença de oxigênio. No caso de ausência de oxigênio, há proliferação de micro-organismos anaeróbicos que favorecem a formação de substâncias que causam mau cheiro.

Em condições favoráveis, seres vivos realizam a transformação do lixo úmido em húmus, com liberação de água na forma de vapor, gás carbônico e energia térmica.

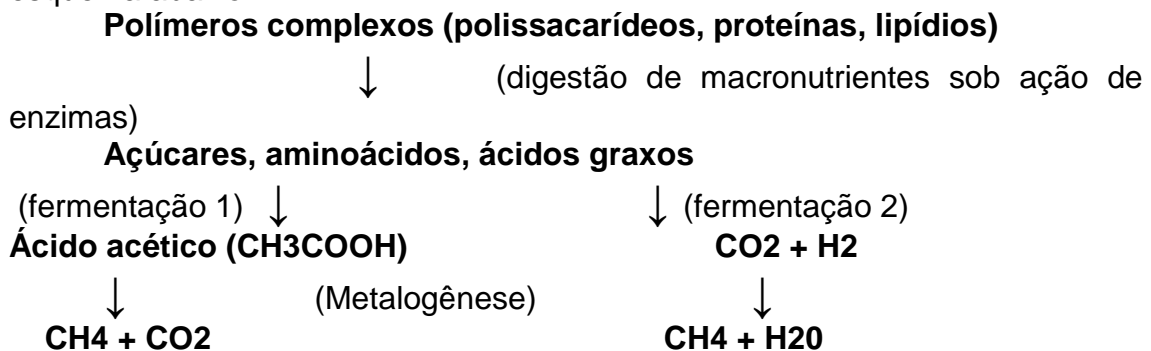
## **Biodigestão e Biodigestores.**

O biogás é um gás inflamável produzido por micro-organismos a partir da fermentação anaeróbica de resíduos orgânicos, dentro de certas condições de temperatura, umidade e pH. O metano – que é incolor e inodoro – é o principal componente do biogás. No entanto, outras substâncias presentes no biogás podem lhe conferir um odor característico, em especial os compostos de enxofre.

A biodigestão é um processo considerado fonte alternativa de energia, pois seu funcionamento não agride o ambiente além de se tratar de uma fonte renovável de energia. A biodigestão ocorre quando os microorganismos, ao decomporem os nutrientes presentes no lixo, por meio de uma sequência de reações químicas, formam produtos finais de excreção, dentre os quais o gás metano (CH<sub>4</sub>), principal componente do biogás. O processo é realizado em tanques fechados – biodigestores – e requer condições controladas propícias às atividades dos microorganismos.

## **Processos Bioquímicos na Biodigestão.**

A biodigestão pode ser realizada com material orgânico de várias origens. Madianeu e colaboradores (2000, p.418) propõem um processo microbiológico possível para o lodo de esgoto na produção de biogás. Esse material é rico em polissacarídeos, proteínas, lipídios. Vemos esse processo no esquema abaixo:



## **Modelos Experimentais de Biodigestor.**

Vamos analisar três modelos de biodigestor experimentados:

- *biodigestor de esterco, com fins de uso do biogás na propriedade rural*: o experimento deu-se na década de 80. Produziu biogás, que foi coletado e testado; porém, devido a dificuldades técnicas de armazenar e envasar o gás, o experimento foi abandonado.







- *biodigestor de esterco, um modelo para fins didáticos*: desenvolvido também na década de 80. Colocou-se biomassa (esterco) na câmara maior, em que ocorriam os processos metabólicos de produção do gás. À medida que o gás era produzido, ia sendo borbulhado em água de cal permitindo a retenção de CO<sub>2</sub>, obtendo-se gás metano adequado como combustível. Foi abandonado também por dificuldades em armazenar e envasar o gás.
- *biodigestão de lixo úmido, um processo muito simplificado, também com fins didáticos*: criado em condições anaeróbicas necessárias, utilizando restos de alimentos, com boa quantidade de água e uma garrafa do tipo PET. Verificou-se, já nas primeiras horas, produção de CO<sub>2</sub>. O processo foi acompanhado por 30 dias, em que não foi possível detectar o gás metano pela combustão.


## Resíduos Sólidos Secos.

Na porção seca do lixo são encontrados, normalmente materiais como plásticos, papeis, vidros e metais. Esses materiais podem ser reutilizados ou reciclados, para isso devem ser separados e coletados adequadamente. A separação prévia, no local onde os resíduos são produzidos, diminui as perdas no reaproveitamento. Vamos apresentar, a seguir, grupos de materiais de largo aproveitamento na escala produtiva:

*Vidro*: para sua produção são utilizados: areia, calcário, barrilha, feldspato e corantes. É 100% reciclável. No Brasil 35% das embalagens de vidro já são recicladas. Estima-se que o vidro leva 5 mil anos para se decompor.

*Plástico*: geralmente fabricado a partir de derivados do petróleo. Em sua maioria é não-biodegradável e possui resistência à umidade, aos produtos químicos e microorganismos, impedindo a sua decomposição. A queima de plástico gera gases tóxicos, o que deixa ainda mais delicado o problema de seu descarte. Existem vários tipos de plásticos e, para auxiliar os catadores e recicladores, há um sistema internacional de codificação:

Símbolo	Composição	Usos Comuns
	PET – Politereftalato de etileno	Garrafas de refrigerante e de água mineral.
	PEAD – Polietileno de Alta Densidade	Baldes, bombonas, frascos de detergente e produtos de limpeza e higiene.
	PVC – Policloreto de Vinila	Tubos de água e esgoto, lonas agrícolas, sacos de lixo.
	PEBD – Polietileno de Baixa Densidade	Condutores para fios e cabos elétricos, embalagens de massas e biscoitos, lonas agrícolas, sacos de leite e lixo.
	PP – Polipropileno	Copos de água mineral, embalagens de produtos de limpeza e higiene, potes de margarina, rafia.
	PS – Poliestireno	Isopor, copos descartáveis.

	OUTROS	
---	--------	--

*Papel:* produzido a partir da celulose, comumente retirada da madeira. Quanto à reciclagem, aproveita-se 36% do papel de escritório e 71% do papel ondulado (papelão). Para que possa ser reciclado, o papel não pode estar contaminado com lixo úmido, cera, plásticos, terra, clipes, etc. O papel demora no mínimo dois meses para se decompor. A coleta de papel para reciclagem é uma atividade em expansão no Brasil, que possibilita a manutenção de muitas famílias excluídas economicamente.

*Alumínio:* as latas de alumínio são usadas basicamente como embalagens de bebida. O Brasil possui uma coleta muito eficiente, sendo considerada a maior taxa mundial de reaproveitamento. No processo de reciclagem, as latas são derretidas e transformadas em lingotes de alumínio que dão origem a diferentes produtos, assim o alumínio pode ser reciclado inúmeras vezes sem perder suas características. Uma lata de alumínio pode resistir 100 anos à ação do tempo e não sofre ataque de microorganismos.

*Aço:* compreende as ligas à base de ferro. Entre os artefatos, temos as chamadas latas em que são acondicionados os alimentos, como óleos de cozinha, derivados do leite, conservas, etc. Essas latas são produzidas a partir das “folhas-de-flandres”, cujo material é aço revestido por estanho ou cromo. Efetuada a reciclagem, pode-se produzir novamente as “folhas-de-flandres” ou, então, aço não mais revestido. No Brasil, são recicladas cerca de 35% das latas colocados no mercado. As latas que não são recicladas enferrujam, e em um prazo de quatro anos voltam ao estado de ferro oxidado.

## **Um Pouco de Ciência Sobre os Materiais.**

Do ponto de vista da química, material é sempre constituído por uma ou mais substâncias. Cada substância, por sua vez, é constituída por um ou mais elementos químicos e é representada por uma fórmula química. A fórmula química permite saber, entre outras coisas, qual ou quais elementos constituem uma determinada substância.

## **Reflexões sobre Lixo e Cidadania.**

O volume do lixo gerado por uma população revela sua riqueza ou pobreza, e a composição desses resíduos mostra seus hábitos de consumo, além de sua consciência política individual e coletiva.

A disposição inadequada resulta numa série de problemas sociais, cuja face mais perversa coloca uma massa de desempregados em áreas de lixões, que se tornam as únicas fontes de sobrevivência para essa massa. Há também os problemas sanitários, segundo a OMS, mais de 65% dos leitos hospitalares brasileiros são ocupados por pessoas portadoras de doenças provocadas por falta de saneamento ambiental.

Nos últimos 50 anos a composição do lixo vem se alterando. Cada vez mais se produz “materiais descartáveis” que, na maioria das vezes, não se degradam naturalmente e quando manejados de forma inadequada, como na sua queima, geram substâncias tóxicas. No Brasil, o lixo urbano possui um grande percentual de lixo úmido, que, nos lixões, entra rapidamente em

decomposição, gerando gases e líquidos contaminados que por sua vez atraem vetores de inúmeras doenças e permitem a proliferação de microorganismos patogênicos.

É necessário adotar um novo conceito de lixo, em que o tal seja uma massa heterogênea de resíduos sólidos resultantes das atividades humanas, os quais podem e devem ser reciclados ou parcialmente reutilizados gerando proteção à saúde pública, além de economia de energia e recursos naturais. É importante salientar que, qualquer que seja o tratamento dado aos resíduos, a triagem e a coleta seletiva são imprescindíveis. São instrumentos de educação/conscientização quando co-responsabiliza o indivíduo sobre os resíduos que produz, levando-o a repensar seus hábitos. A coleta seletiva envolve o gerador como um agente na construção de soluções, reduzindo o volume do lixo e aumentando a vida útil dos aterros.

O tratamento e a compreensão dos problemas ambientais – como fenômeno socioeconômico e cultural – são imprescindíveis para o estabelecimento de novas relações entre o homem e a natureza.

## **Compostagem e Energia Térmica.**

Os microorganismos, na compostagem, além de utilizar energia para seu ciclo vital, também liberam energia, aumentando a temperatura da compostagem. Isso é um fator favorável à destruição de microorganismos patogênicos, sementes de plantas, ovos de parasitas e larvas. As temperaturas podem atingir 65°C em uma compostagem de maiores proporções. Cada faixa de temperatura é mais adequada para a proliferação de determinados microorganismos, os quais podemos classificar:

*criófilos* – bactérias e fungos ativos em temperaturas até 10°C;

*mesófilos* – bactérias, fungos e actinomicetos ativos em temperaturas de 10-45°C

*termófilos* – bactérias e actinomicetos ativos em temperaturas de 45°C a 60°C;

*hipertermófilos* – bactérias ativas em temperaturas acima de 60°C.

Na compostagem, detectamos facilmente faixas de temperatura para atividade mesofílica e termofílica – que predominam nos primeiros dias de atividade. É necessário controlar as condições para que essas fases aconteçam garantindo a boa qualidade do processo.

## **Compostagem e Umidade.**

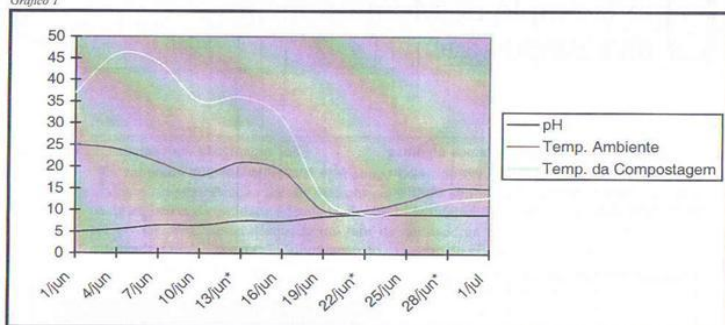
Como sabemos, os microorganismos são responsáveis para a compostagem. A ação e a proliferação desses microorganismos dependem da água, isto é, de uma umidade adequada. Considera-se adequada uma umidade de 45-60%. A umidade é importante também no controle da temperatura, ocorrendo excesso de água, pode ocorrer diminuição da temperatura e dificuldade nas trocas gasosas. Por outro lado, a baixa umidade compromete o metabolismo dos microorganismos.

## **Um Exemplo de Monitoramento da Compostagem.**

Durante um mês realizou-se o monitoramento do processo, por meio de verificações da temperatura, pH e teor de umidade. Os dados obtidos encontram-se no gráfico a seguir:

Monitoramento do Processo de Compostagem

Gráfico 1



As datas assinaladas com asterisco correspondem aos dias em que foram realizados os ajustes de umidade

## Compostagem: Tratamento de Lixo Úmido.

Em ambientes fora da escola, pode-se fazer a compostagem com maior quantidade de material. Um tamanho ideal para a pilha de material a ser compostado tem as dimensões de 1,5 metro de altura por 2 metros de largura. O formato de prisma é o mais adequado para grandes quantidades, pois tal disposição facilita a oxigenação, a saída do gás carbônico e a manutenção da temperatura.

## Tratamento dos Resíduos Sólidos: conceitos iniciais.

A solução para o problema dos resíduos sólidos inicia-se na triagem – em que há a separação do resíduo seco e resíduo úmido. Essa separação deve ocorrer antes da coleta seletiva, que consiste no recolhimento diferenciado dos resíduos.

Quando os materiais não podem ser reciclados, uma das alternativas é a incineração, recomendada principalmente para resíduos de saúde (RSS), contaminados com materiais infecto-contagiosos. Outra forma é o aterro controlado, uma técnica de disposição dos resíduos sobre o solo, recebendo camadas de terra para cobertura.

A formação mais adequada para depositar os resíduos sólidos é o aterro sanitário, que também consiste em dispor resíduos sobre o solo, mas seguindo critérios de engenharia ambiental, como impermeabilização do solo, coberturas de resíduos com camada de solo, lagoas de decantação para recolher o chorume, entre outros.

## Lixões – O Descaso com os Resíduos.

Segundo Pereira Neto (1999), 85% do lixo produzido no Brasil é colocado em lixões sem tratamento algum. Quando o lixo úmido, despejado em lixões sem tratamento, entra em decomposição, produz um líquido preto e fétido, o chorume. O chorume contém metais pesados e penetra no solo, contaminando águas superficiais e lençóis freáticos.

Os espaços físicos, necessários para a disposição dos resíduos, são cada vez mais escassos, já que os lixões ocupam grandes áreas e têm pouco tempo de vida útil.

Há também o problema da “catação” de lixo, em que homens, mulheres e crianças, excluídas social e economicamente vivem nas ruas e nos próprios lixões em contato direto com materiais perigosos e contaminados.

Ao se descartar objetos em lixões sem nenhuma separação, além de se gerar um problema ambiental, gera-se também um desperdício de matérias-primas, energia e recursos naturais.

## **Gerenciamento Inadequado dos Resíduos Sólidos Associado à Falta de Saneamento Básico: *uma questão de saúde pública.***

A seguir estão listadas algumas doenças causadas pelo não recolhimento adequado do lixo associado à falta de tratamento do esgoto urbano:

### **Dengue**

*Sintomas:* fortes dores de cabeça e nas articulações, fraqueza, falta de apetite e machas na pele. A doença pode ser benigna ou hemorrágica, sendo esta última podendo levar à morte.

*Agente causador:* causado por um vírus do gênero *Flavivírus* e transmitida ao homem pelo mosquito *Aedes aegypti*.

*Contágio:* por meio de picada do mosquito infectado, que possui hábitos diurnos.

*Precauções:* combater o mosquito; aos primeiros sintomas procurar assistência médica e não tomar medicamento que contenha ácido acetilsalicílico.

### **Hepatite**

*Sintomas:* uma doença que atinge o fígado e por ser silenciosa em seu início pode causar sérios danos se não for logo diagnosticada. Seus sintomas mais comuns são: icterícia (amarelão), cansaço, dores musculares e nas articulações, náuseas, vômitos, diarreia, desconforto abdominal e mudança na cor da urina (escura) e fezes (clara).

*Agente causador e contágio:* A hepatite A é causada pelo vírus do tipo A, transmitido pela ingestão de alimentos sólidos ou líquidos contaminados por excrementos humanos infectados pelo vírus, e de pessoa a pessoa. A hepatite do tipo E é semelhante à do tipo A; as demais apresentam outras formas de transmissão.

*Precauções:* lavar as mãos depois de utilizar o banheiro e antes de comer; beber apenas água filtrada ou fervida; não deixar lixo espalhado.

### **Cólera**

*Sintomas:* acentuada diarreia seguida de vômitos e desidratação. Se não tratada, pode ocorrer paralisação dos rins e levar à morte.

*Agente causador:* bactéria *Vibrio cholerae*.

*Contágio:* ingestão de água e alimentos contaminados com fezes que contêm essa bactéria.

*Precauções:* melhoria no sistema de saneamento básico; ingerir água tratada ou fervida e verduras e legumes bem lavados ou cozidos.

### **Febre Tifoide**

*Sintomas:* febre, falta de apetite, dores musculares, diarreias e manchas vermelhas na pele.

*Agente causados:* bacilo *Salmonella tify*.

*Contágio:* é transmitida ao homem pela ingestão de água e alimentos contaminados com essa bactéria.

*Precauções:* lavar e cobrir os alimentos, evitando contato com as moscas; lavar as mãos após usar o banheiro, manter a lixeira tampada para evitar a proliferação de moscas.

### **Leptospirose**

*Sintomas:* febre, dor de cabeça, pescoço enrijecido, pele avermelhada, presença de sangue na urina e comprometimento renal.

*Agente causador:* bactéria *Leptospira sp.* e os vetores são os roedores, principalmente o rato de esgoto e a ratazana.

*Contágio:* contato ou ingestão de água e alimentos contaminados com a urina desses animais doentes ou portadores sadios.

*Precauções:* saneamento básico; proteger-se quando trabalhar em esgotos, arrozais, viveiros e em veterinárias; acondicionamento, coleta e disposição adequada do lixo; procurar assistência médica no caso de contato com roedores.

### **Giardíase**

*Sintomas:* distúrbios intestinais e diarreia sanguinolenta.

*Agente causador:* protozoário *Giardia lamblia*.

*Contágio:* ingestão de água e alimentos contaminados com cistos de giárdia.

*Precauções:* lavar bem os alimentos, ingerir somente água tratada, filtrada ou fervida, higiene pessoal; saneamento básico.

### **Amebíase**

*Sintomas:* distúrbios e cólicas intestinais; diarreias.

*Agente causador:* Protozoário *Entamoeba histolytica*.

*Contágio:* ingestão de água ou alimentos contaminados com cistos de ameba.

*Precauções:* idem à giardíase.

### **Ascaridíase**

*Sintomas:* distúrbios intestinais, pneumonia, tosse seca, vontade de comer doces, terra, anemia.

*Agente causador:* causada pelo nematelminto *Ascaris lumbricoides*, conhecido popularmente como lombriga.

*Contágio:* ingestão de ovos de *Ascaris* em verduras mal lavadas e água contaminada.

*Precauções:* idem á giardíase.

### **Miíases (Bicheiras e Bernes)**

*Sintomas:* bicheiras internas: dependendo do número de larvas ingeridas os sintomas podem ser discretos ou manifestar-se com náuseas, vômitos ou diarreias e lesões nos tecidos adjacentes. Bernes e bicheiras externas: provocam lesões na pele e tecidos adjacentes.

*Agente causador:* larvas de moscas dos gêneros *Musca*, *Bercaea*, *Sarcophaga*, *Dermatobia*, *Muscina*, *Famnia*, *Eristalis* e outros.

*Contágio:* ingestão de alimentos contaminados pelas moscas ou pela deposição direta dos ovos das moscas em tecidos necrosados do homem. A mosca da berne coloca ovos na pele intacta.

*Precauções:* combater as moscas e evitar deposição de lixo em locais inadequados.

## **A Diversidade das Relações Ecológicas na Compostagem.**

A transformação de resíduos em adubo é realizada por várias populações de seres vivos em sistemas aeróbicos – compostagem – ou anaeróbicos – biodigestão.

A compostagem depende da ação e interação de microorganismos e de animais na forma de ovos, larvas e adultos (fatores bióticos), que podem estar presentes nos resíduos ou são atraídos no decorrer do processo. Os seres vivos irão se desenvolver na dependência de condições ambientais favoráveis, principalmente em relação ao pH, à temperatura, à umidade e ao oxigênio (fatores abióticos). Com o crescimento das diferentes populações, esses ambientes são modificados atraindo outros tipos de organismos.

A conexão ou relação entre os componentes abióticos e bióticos de um sistema, constitui um ecossistema, em que há interconversões de matéria-energia e informação. A interconversão de matéria e energia é estabelecida pela constituição de diversas cadeias alimentares. Podemos representar uma cadeia alimentar simplificada da compostagem, da seguinte forma:

Lixo úmido → microorganismos decompositores → larvas → besouros → aranhas/lacraias.

A manutenção das cadeias alimentares depende da entrada de energia (luminosa) no sistema, já que em cada nível trófico há “perda” de energia biologicamente útil.

## **Energia e “Lixo”.**

A produção exagerada de resíduos sólidos e o não aproveitamento destes pode ser considerado desperdício de energia. O aproveitamento de formas não poluentes de energia, como a solar, a eólica, a das marés, a energia da biomassa, entre outras, mostra sinais de uma vida mais harmoniosa no planeta.

O mau gerenciamento dos RSD é um bom exemplo de desperdício energético. Tiramos diretamente dos alimentos os recursos energéticos para o funcionamento do nosso organismo, assim, ao jogarmos fora parcela dos alimentos, estamos desperdiçando recursos energéticos úteis, que estão sendo dissipados na forma de calor.



