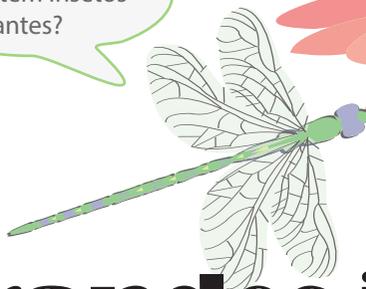




Por que não existem insetos gigantes?

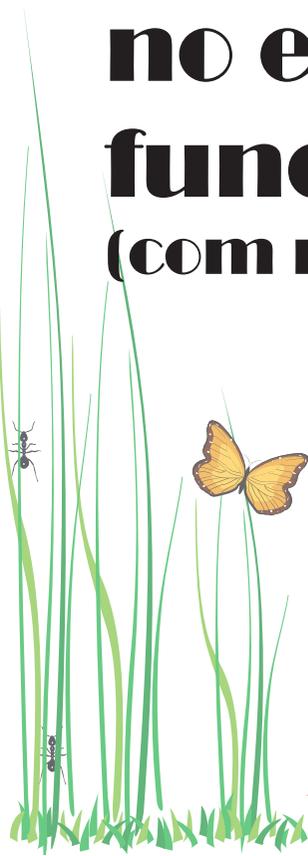


As grandes ideias das ciências no ensino fundamental (com mapas conceituais)



Ricardo Esplugas de Oliveira

Por que as plantas são verdes? e o céu azul?



SOBRE O AUTOR

Ricardo Esplugas de Oliveira é graduado em Física pela Universidade de São Paulo (USP), graduado em Química (BSc) pela Universidade de Sussex (Inglaterra) onde também realizou o curso de pós graduação em educação (PGCE) e o Doutorado em química física (PhD).

Tem trabalhado como educador e como cientista no Brasil e na Inglaterra, tendo experiência na indústria nuclear, na ciência forense, na pesquisa acadêmica e em diversos ambientes educacionais.

Nas horas vagas produz materiais educacionais para seu website: sciculture.com.

ÍNDICE

As grandes ideias.....	5
Energia.....	9
Interdependência.....	11
Célula.....	15
Força.....	19
Partícula.....	23

Todos os textos e imagens são trabalhos do autor.



© Atribuição 4.0 Brasil (CC BY 4.0 BR)
email: ricardochemistry@gmail.com

INTRODUÇÃO

*Cientistas tem um traço em comum com as crianças: curiosidade.
Para ser um bom cientista é necessário manter este traço vivo por toda a vida!*

Otto Frisch, físico envolvido na descoberta da fissão nuclear

Estudantes de ciências muitas vezes ficam confusos com a quantidade de informações, fórmulas, palavras e expressões científicas estudadas nos cursos de ciências. Para que não se percam no meio de tudo isso, eles precisam de um mapa, ou melhor, vários mapas. Da mesma forma que um viajante que possui um mapa do mundo também necessita mapas de cada país ou mesmo de cada cidade que pretende visitar. Este nosso primeiro mapa (página 4) corresponde ao mapa do mundo, e os próximos (um ou dois para cada ideia) serão os mapas dos países. Na verdade, estes aqui são todos mapas do universo pois mostram ideias que se aplicam a todo o Universo e não apenas ao que acontece no nosso planeta (que não passa de um grão de poeira na imensidão do Universo).

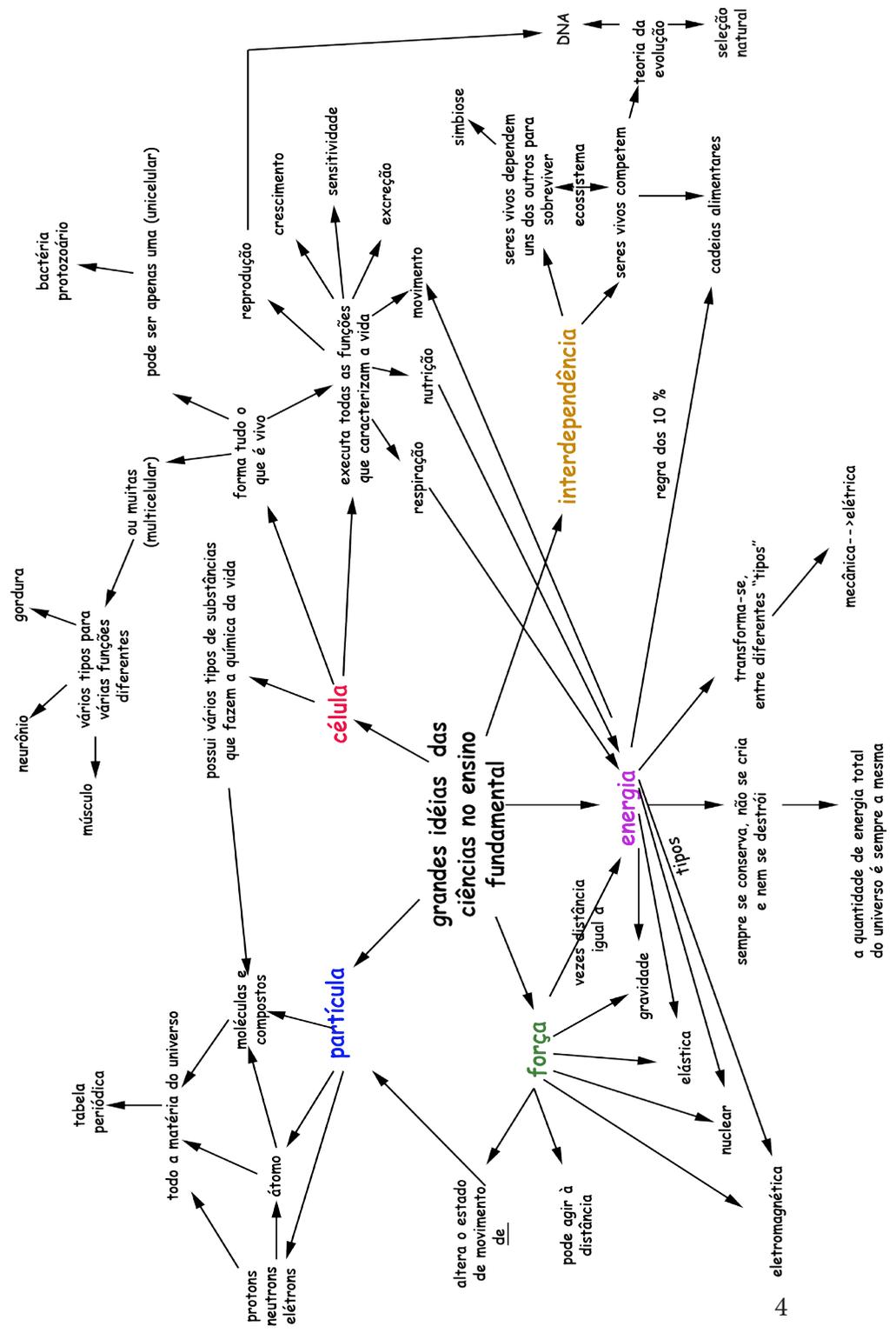
Em alguns momentos são incluídos detalhes um pouco mais avançados, normalmente não incluídos em textos deste nível, mas que ao meu ver podem ser entendidos e que mostram o quanto pode ser excitante este campo de estudo. Acredito que os cursos de ciência para crianças não precisam ser tão aguados (dumbed down) pois elas tem inteligência suficiente para ir além.

Naturalmente que existem outros conceitos muito importantes, além das 5 grande ideias, mas com nossos mapas chegaremos em todos.

Cada da mapa será seguido de explicações de como interpretá-lo e também informações adicionais. Espero que estes mapas auxiliem os seus estudos e que lhe inspire a fazer seus próprios mapas, em todos os assuntos que lhes interessem!

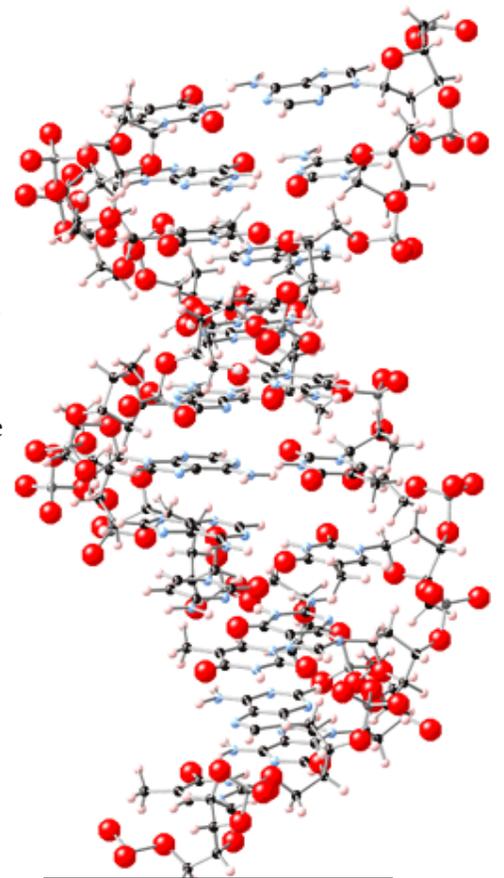
Ricardo Esplugas de Oliveira

Mapa 1 - As grandes ideias



Este mapa relaciona as grandes ideias: **energia, força, partícula, célula e interdependência**. Cada uma destas será estudada em detalhe em outros mapas. Embora todas estejam relacionadas, elas costumam ser estudadas separadamente: interdependência e célula em biologia, partícula em química e força em física. Energia é o conceito que é essencial em todas as três ciências. Aqui vou mostrar tudo de maneira integrada e interdisciplinar, mas apenas as ideias e conceitos mais importantes. Isto deve funcionar como uma estrutura onde tudo que se venha aprender possa se fixar de modo a evitar esquecimentos e não entendimentos.

Veja por exemplo que o conceito de interdependência abrange conceitos como ecossistema e evolução. A teoria da Evolução é considerada uma das mais importantes teorias já construídas pela humanidade, pois ela por primeira vez explica o que fazemos neste planeta (uma pergunta bastante interessante), além de explicar a diversidade da vida e muito mais... Esta está relacionada ao DNA, que foi uma das maiores descobertas da ciência, e veio a explicar o mecanismo por trás da seleção natural. Na época em que Darwin formulou a teoria não se conhecia a genética nem muito menos o DNA. DNA provou que Darwin estava absolutamente



Dupla hélice do DNA (O em vermelho, N em azul e C em preto)

certo.

DNA reside na células, onde ele comanda todas as funções por meio de mensagens químicas transmitidas por moléculas (proteínas e RNA) que são construídas segundo suas instruções. Organismos são formados de trilhões de células agrupadas ou de apenas uma única célula. Curiosamente as células de organismos mais simples e até mesmo microscópicos funcionam de maneira quase idêntica a nossa, empregando a mesma diversidade de proteínas, RNA, DNA, açúcares, lipídeos, minerais e tudo mais. A vida nada mais é que um conjunto enorme de reações químicas muito complexas, e as moléculas são sempre as mesmas (pode haver uma pequena diferença, por exemplo a insulina produzida pela vaca é um pouquinho diferente da nossa, mas a diferença é tão pequena que por muitos anos a insulina de vaca era aplicada em pessoas diabéticas. Esse conjunto de reações químicas esteve evoluindo durante os primeiros 1,5 bilhões de anos de existência da Terra, permitindo o surgimento da primeira vida (bactérias). Naturalmente estas seguem evoluindo até hoje.

A célula é como uma fábrica, mas melhor! Ela possui sua própria geração de energia, que ocorre em uma organela chamada mitocôndria. Nesta ocorre a respiração celular: glicose e oxigênio reagem e transferem energia para o ATP, uma molécula destinada a levar energia onde esta seja requerida. Por exemplo, células de músculos precisam mais energia que a maioria, pois o músculo levanta pesos, e portanto possuem mais mitocôndrias que a média. Pense nas células do coração, onde se trabalha fazendo força sem parar por anos e anos... Perceba que há setas de nutrição e respiração para energia pois estas fornecem as partículas para a “geração” de energia. A seta entre energias e movimento (músculos) aponta no sentido oposto, pois é a direção em que a energia está sendo “gasta” (gasta e geração entre aspas porque sabemos que energia não desaparece e nem é criada). A especialização das células ocorre em organismos mais complexos. Um exemplo é a hemácia, célula vermelha do sangue, que não contém mitocôndria porque sua função é apenas transportar gases pelo corpo todo e para isso não há um gasto de energia.

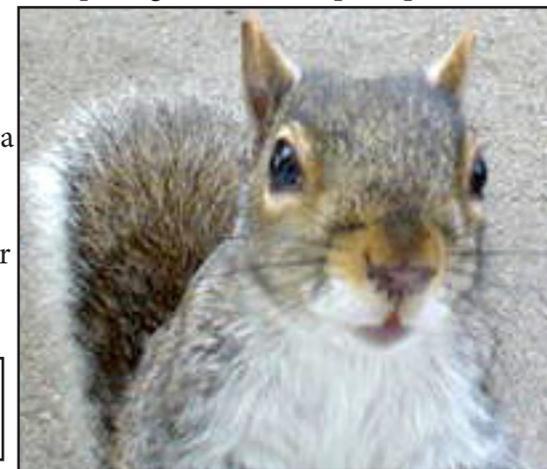
Além da mitocôndria existem outras organelas para cobrir outras ne-

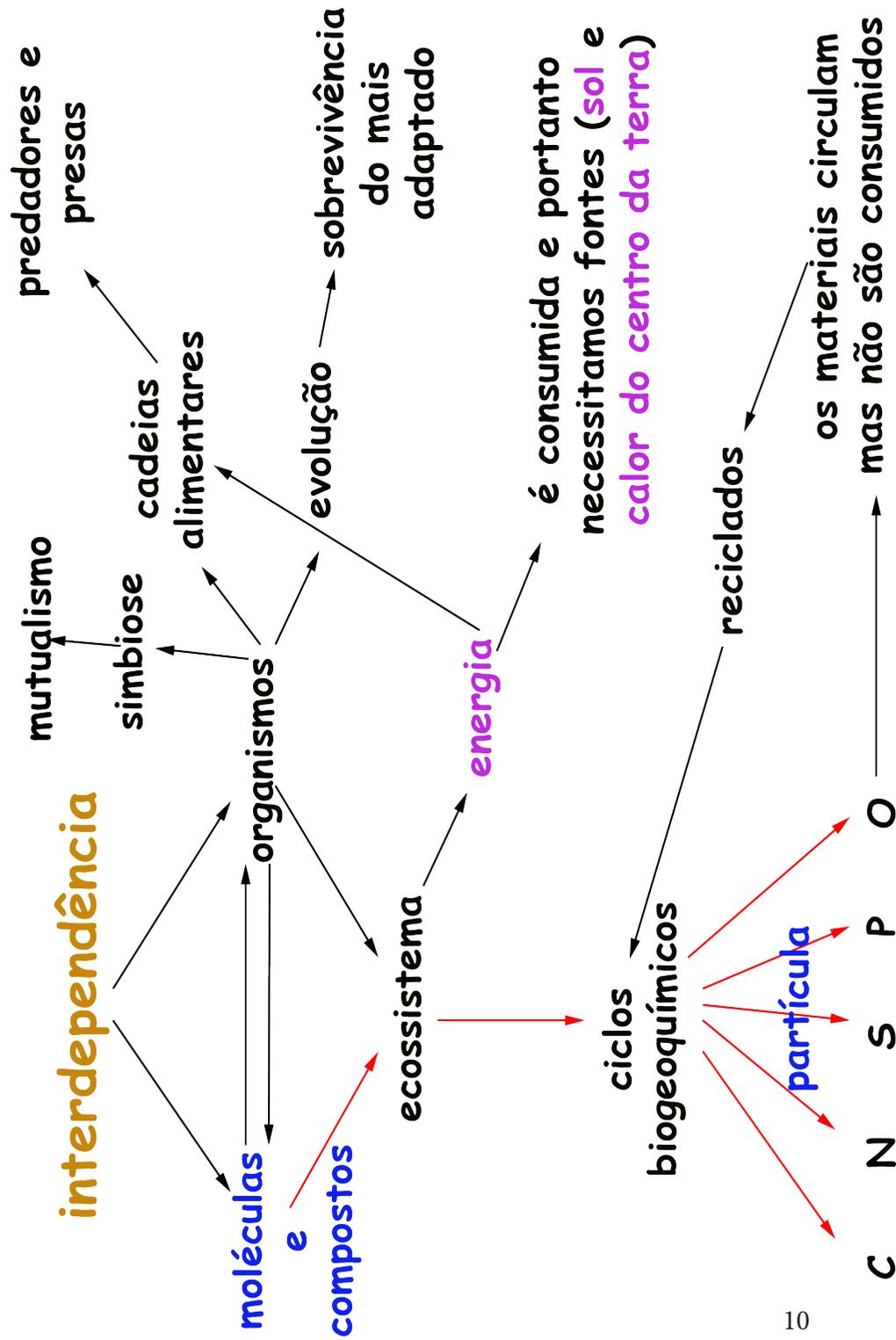
cessidades da célula, todas em comunicação por meios de diferentes moléculas e outras estruturas (tubos) que permitem que as moléculas se encontrem seus caminhos pelo interior da célula ou para fora, cruzando a membrana celular portanto. A membrana celular é extremamente importante porque ela protege todos os componentes e substâncias da célula e decide o que entra e o que sai. Às vezes ela pode ser enganada e permitir a entrada de um vírus que então passa a controlar toda a célula (por meio de suas mensagens químicas) do modo a iniciar a produção de mais vírus.

As moléculas da vida, como proteínas e DNA, são muito complexas e podem ser compostas de milhares ou milhões de átomos. A química da vida consegue construí-las a partir de átomos que são obtidos na alimentação. Nitrogênio, carbono, oxigênio e hidrogênio formam as estruturas básicas e são necessários em grandes quantidades. Minerais como ferro, selênio, potássio, cálcio e muitos outros são também essenciais mas são necessários em quantidades muito menores.

Também é mostrado neste mapa que a cada tipo de força corresponde um tipo de energia e que energia (J) é igual a força (N) vezes a distância (m). Portanto 1 joule (J) é igual a 1 newton * metro. Força está diretamente ligada a partículas: a força altera o estado de movimento das partículas, ou seja, faz com que parem, que se movam, que acelerem... Ela pode agir à distância. Por exemplo a gravidade nos puxa para baixo mesmo que não estejamos encostando na crosta da terra. Isto é notado no caso da lua, por exemplo, da órbita da Terra ao redor do Sol, da órbita do Sol ao redor do centro da Galáxia e assim por diante...

As reações químicas nas células deste esquilo são as mesmas que ocorrem em nossas células.





zero absoluto) que é o ponto onde as partículas param de se mover. Não existe um limite máximo de temperatura.

Destaca-se também o fato da energia química estar relacionada ao movimento de elétrons em átomos e moléculas enquanto a energia elétrica está relacionada ao comportamento de elétrons em fios e outros componentes. Claro que no fundo é tudo igual, mas normalmente estuda-se em separado: átomos são estudados em química e fios e circuitos elétricos em física. A energia relacionada a uma reação química dependerá do rearranjo de elétrons em reagentes e produtos. A energia relacionada a uma reação química dependerá do rearranjo de elétrons em reagentes e produtos. No caso de uma reação nuclear, o rearranjo ocorre entre prótons e nêutrons (partículas que formam o núcleo do átomo) e as energias envolvidas são muito mais altas, como se vê por exemplo na diferença entre um explosivo químico e um nuclear.

Mapa 3 - Interdependência

Sabemos que todos os organismos vivos no planeta interagem e dependem uns dos outros. Esta interação pode ser na forma de competição ou de ajuda mútua. A ideia de competição leva à teoria da evolução: a sobrevivência do mais adaptado (mais forte, mais rápido, melhor visão ou audição, mais bonito ou seja qual for a característica que ajuda a sobreviver no habitat de um organismo). Por exemplo, após o início da Revolução Industrial, muitas áreas do país se tornaram negras devido à extrema poluição do ar. As moscas negras passaram a ter vantagem porque era mais difícil vê-las e portanto matá-las. Moscas negras sobreviviam com maior facilidade e se reproduziam (moscas se reproduzem muito rápido). Moscas brancas eram facilmente esmagadas pelo homem e outros animais e portanto sobreviviam e reproduziam menos. Ao final, após uns poucos anos, todas as moscas eram pretas!

A ideia de interdependência é diretamente relacionada ao conceito de ecossistema: uma comunidade de organismos vivos que interagem mais os componentes sem vida presentes no ambiente, como a água, o ar, e todas as outras substâncias químicas necessários à manutenção da vida. Outras grandes ideias como energia e partícula estão portanto diretamente relacionadas.

A energia flui no ecossistema e é finalmente dispersada ou degradada (energia dispersada quer dizer que ela foi de uma forma mais organizada, e que pode ser utilizada para diversas coisas - como eletricidade por exemplo- para uma forma mais desorganizada e que dificilmente se pode aproveitar - como calor). Por isso é necessária uma fonte de energia constante para que haja vida no planeta. Esta é o nosso sol. Todas os combustíveis disponíveis no planeta se originaram devido ao sol, como por exemplo madeira, petróleo e gases. A única exceção são bactérias que vivem no fundo mar e dependem da energia do centro da Terra, e não do sol.

A energia do Sol, que é enorme, é muito bem utilizada pelas plantas. A fotossíntese permite que a energia da luz solar seja aproveitada em um conjunto complexo de reações químicas que terminam produzindo glicose e CO₂. A glicose será usada na respiração da planta para produzir ATP (a molécula que armazena energia e a leva a todas as partes da planta) e também para formar polímeros (como a celulose) que serão usados para construir a planta - formar caule, folhas, etc. Algumas plantas podem também formar frutas e tubérculos (batata, mandioca) com polímeros de armazenagem (como o amido). Devido a essa capacidade de produzir glicose as plantas são classificadas como autótrofas, ou seja, produzem seu próprio alimento. São também chamadas de produtoras.

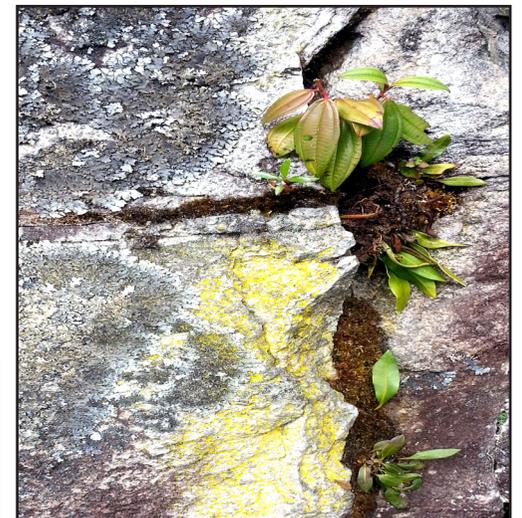
Um animal come uma planta e assim obtém um suprimento de energia. Outro animal maior (predador) come este último (presa) e assim obtém energia. E assim por diante. Os animais são heterótrofos e portanto consumidores. Há animais que consomem outros animais e também plantas (como os humanos). Dessa forma é construída uma cadeia alimentar.

O problema é que a cada nível da cadeia alimentar, 90% da energia é dispersada. Da energia recebida pelo Sol pela planta, apenas 10% estará disponível para o coelho que a comer. A raposa que comer o coelho terá apenas 10% da energia que o coelho recebeu da planta. Isso porque o coelho gastou os outros 90% para correr, pensar, bater o coração, etc....

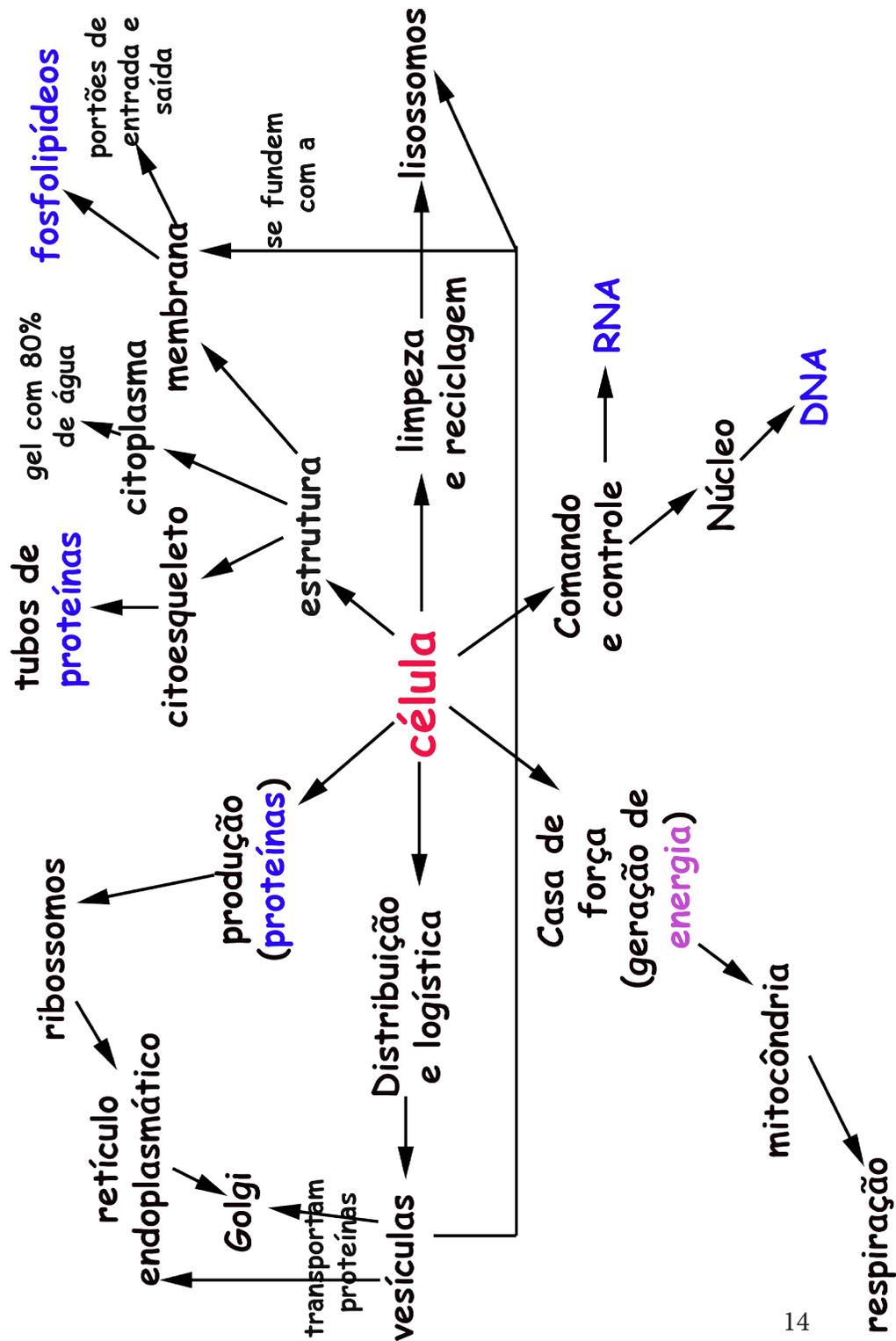
Portanto a vida requer um suprimento constante de energia. Um planeta que não pode oferecer energia é um planeta morto. Um planeta onde não há sol, onde o seu centro já esfriou, onde não há madeira para queimar nem nenhuma reação química possível que ofereça energia aproveitável, não pode ter vida

O mesmo não acontece com relação aos ciclos biogeoquímicos, onde as substâncias são **continuamente recicladas**. Por exemplo, a quantidade de água no planeta varia muito pouco. Ela transforma-se em vapor, move-se por todo o planeta, retorna na forma de chuva, se congela em algumas regiões, mas nunca desaparece. O mesmo se aplica a outras substâncias e átomos. Nosso corpos são formados dos mesmo átomos que formaram o corpo só homem pré-histórico, os dinossauros, etc... Bilhões de anos de transformações, mas os elementos permanecem intactos, e não vão embora. Eles circulam pela biosfera toda: passam pelos mares, atmosfera e por dentro dos organismos vivos! Por isso todos são necessários pelo equilíbrio que existe no planeta, com concentração de gases na atmosfera constante, temperaturas constantes e enfim, condições gerais para a vida adequadas e mantidas constantes ao longo de milhões e bilhões de anos.

Liquens (em cinza e também em amarelo), simbiose entre fungo e alga, sobre rocha em Machu Picchu (Peru). Os liquens crescem apenas em locais com ar puro e portanto servem como indicador de qualidade do ar.



Mapa 4 - Células



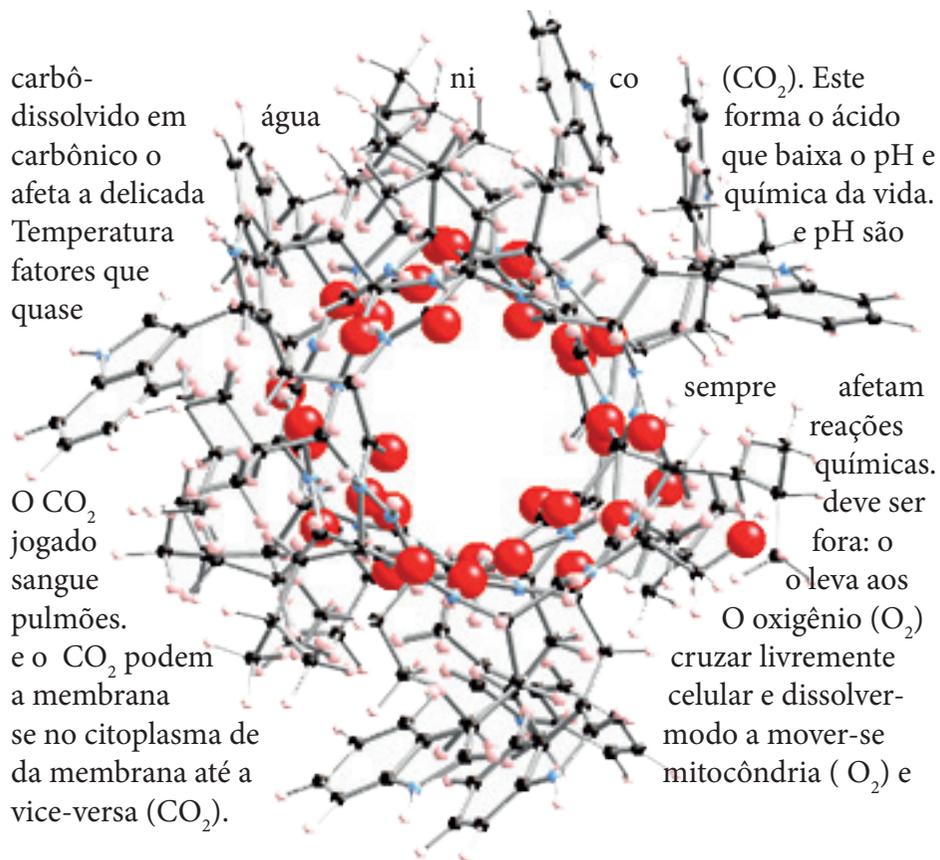
Aqui descreverei algumas das coisas que acontecem na célula, só um pouquinho. Para visualizar o funcionamento da célula eu sugiro assistir o vídeo “the inner life of the cell” (disponível no YouTube), onde se podem ver processos que descrevo abaixo.

O mapa da célula (ao lado) descreve uma célula animal. Células de plantas têm organelas adicionais como cloroplastos, vacúolo e também a parede celular. Ambas são células eucarióticas, com o DNA protegido no núcleo e organelas envolvidas por fosfolípidos e portanto formando membranas iguais à membrana celular (que envolve toda a célula). Fosfolípidos são lipídeos que possuem também átomos de fósforo e são usados para constituir a membrana devido às suas interessantes características.

As células procarióticas (bactérias e arquea) não possuem organelas e seu DNA e demais substâncias ficam livres pela célula. Isso é evidência de que são seres menos evoluídos, afinal foram criados a cerca de 3,5 bilhões de anos atrás (tente imaginar essa quantidade de tempo...). No entanto, a química da vida das bactérias (e portanto o funcionamento da sua célula) é quase idêntica à nossa, usando as mesmas substâncias e rotas metabólicas principais, como respiração por exemplo.

A célula desempenha tantas funções que é útil analisá-la como se fosse uma fábrica. Aliás ela é melhor que uma fábrica pois possui sua própria usina de geração de energia. Ela só precisa de materiais chegando para alimentar sua usina, e depois mandar levar embora os lixos.

A usina de energia da célula é a mitocôndria. Nela ocorre um complexo conjunto de reações químicas de modo a usar o oxigênio para transferir a energia química da glicose para uma molécula chamada ATP, que tem a capacidade de transportar energia para outros locais onde é necessária. Após recolher energia, a célula descarta o lixo da respiração que é o gás



Outras substâncias mais complexas não conseguem entrar e sair da célula simplesmente atravessando a membrana. Para estas existem portões especiais, feitos de proteínas, localizados ao longo da membrana. A afinidade química entre as moléculas que chegam e as proteínas nos portões é o que decide se a entrada é permitida ou não. Os portões controlam também a saída de moléculas. Às vezes é necessário energia para que o portão se abra e portanto moléculas de ATP produzidas na mitocôndria devem estar presentes. Por exemplo, um vírus apenas entra na célula se ele consegue abrir os portões, usando um tipo de “chave” química. Por isso há vírus que afetam certos animais e não outros, devido a diferenças entre as membranas celulares destes. Existem também portões na membrana celular que são controlados por eletricidade. Estes estão nas células que transmitem impulsos nervosos, que se propagam por meio de átomos carregados positivamente (K⁺, Na⁺) entrando e saindo da

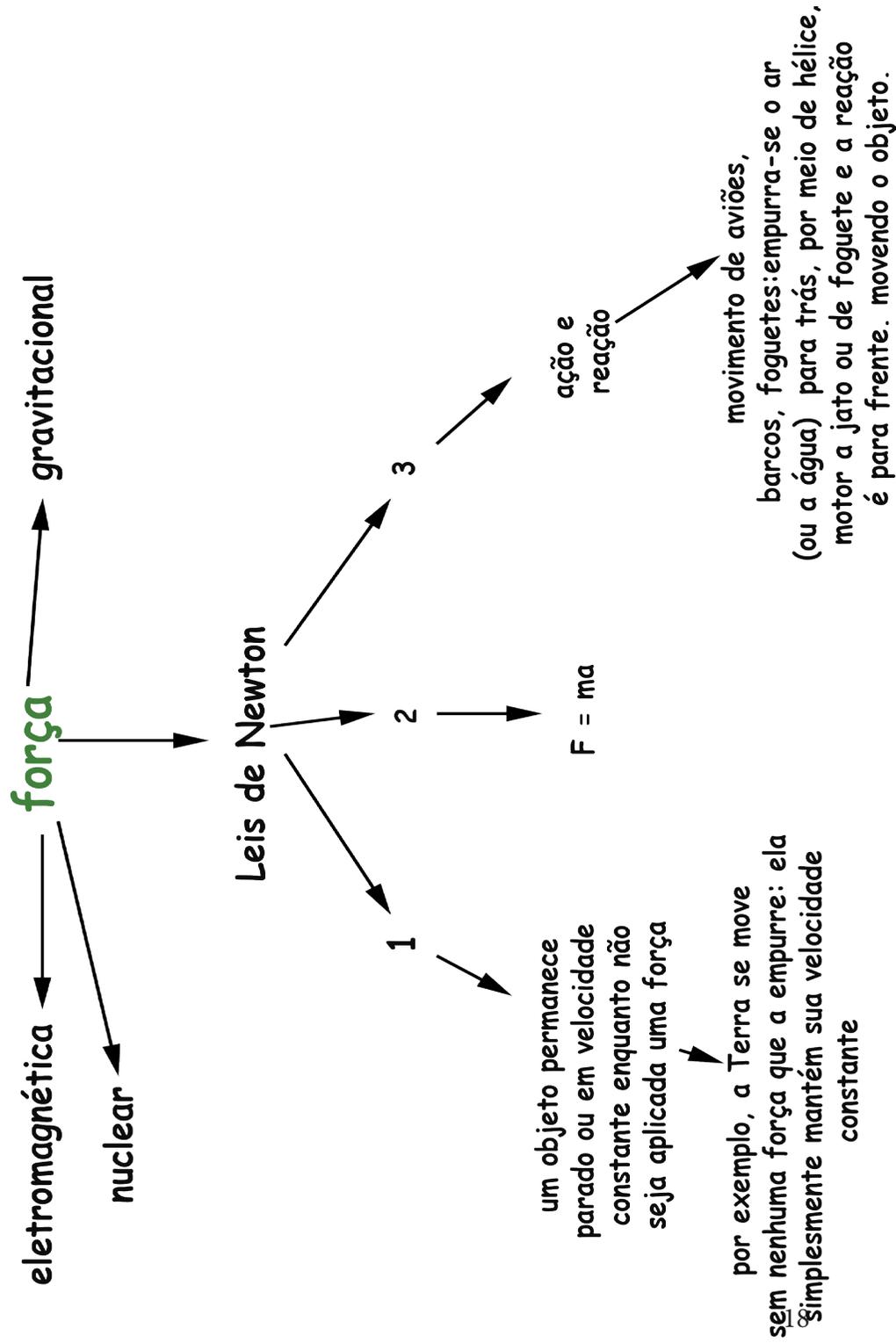
Imagem da proteína gramicidim (acima), que é usada como antibiótico. Ela funciona como um canal que se instala na membrana celular de bactérias permitindo a entrada descontrolada de substâncias causando a morte.

célula. A membrana celular é fluída de modo que proteínas flutuam e se movem sobre ela. O citoplasma, dentro desta, é um gel, embora seja constituído de 80% de água. Nele, muitas sequencias de reações químicas essenciais (rotas metabólicas) ocorrem.

Moléculas mais complexas não podem se difundir pelo citoplasma e precisam de um meio transporte que é a vesícula. Estas são sacos esféricos feitos do mesmo material que a membrana celular. Por isso elas podem “brotar” da membrana, quando trazem moléculas para dentro da célula, ou se fundirem com a membrana quando levam moléculas para fora. Todas as organelas são formadas deste mesmo material (fosfolipídeos). As vesículas são transportadas por proteínas motoras seguindo “trilhos” de tubos de proteínas estruturais (tubulinas). Vesículas podem transportar, por exemplo, proteínas recém produzidas no complexo de Golgi, para fora da célula. Este seria o caso dos anticorpos, que são destinados ao meio extracelular e atuam no sangue. As proteínas são fabricadas nos ribossomos, que podem estar livres pelo citoplasma ou ligado ao retículo endoplasmático (RE). Este último, quando coberto de ribossomos, recebe a denominação retículo endoplasmático rugoso (RER); neste caso as proteínas produzidas nos ribossomos são finalizadas dentro do RER. Após, estas proteínas podem ser levados ao complexo de Golgi (via vesícula) para que seja finalizada completamente (podem ser adicionados açúcares ou lipídeos, formando glicoproteínas e lipoproteínas respectivamente).. Do Golgi, a proteína seguirá, via vesícula, para o seu lugar de destino.

Portanto a estrutura da célula consiste do citoplasma, citoesqueleto (cito quer dizer célula) e da membrana celular (incluindo portões e demais estruturas). O citoplasma é um gel e portanto oferece uma certa rigidez à célula. O citoesqueleto mantém a forma da célula e consiste de tubos feitos de proteína. Eles também servem como trilho para guiar o caminho das vesículas pela célula ou para fora da célula.

Proteínas muitas vezes são criadas para desempenhar uma certa função e portanto são necessárias por apenas algumas horas. Depois disso elas podem ser desmontadas para que seu material (átomos, moléculas



menores) possa ser utilizado para montar novas proteínas. Esse processo de desmonte ocorre nos lisossomos. Além das moléculas feitas na própria célula, os lisossomos também degradam invasores como vírus e bactérias. O lisossomo é uma vesícula que possui proteínas (enzimas) que quebram moléculas indesejadas assim como o estômago quebra o alimento em pedaços menores para ser absorvido). O estômago também possui ácido em seu interior.

O comando de todas as ações é exercido pelo DNA, por meio de proteínas e RNA. Não esqueçamos que, antes de qualquer coisa, toda a célula foi construída com informações contidas no DNA, que reside no núcleo de células eucariontes. Ali ele dirige a produção do RNA mensageiro que vai aos ribossomos e informa como devem ser produzidas as proteínas. Proteínas são usadas para quase que qualquer tipo de função! São muito úteis mesmo. Até para copiar o DNA (no caso de reprodução da célula) ou fabricar o RNA, são usadas proteínas. DNA comanda a célula por meio das proteínas.

Mapa 5 - Força

O que é força? Como você explicaria? Na nossa vida cotidiana usam-se diversas expressões que incluem a palavra força: força de vontade, forçar a barra, estar sem forças, forças da natureza, dar uma força a um colega e muitas mais. Força é também um conceito central na saga Guerra nas Estrelas (Star Wars), onde a força é um tipo de poder sobrenatural possuído pelos Jedis. Existe por exemplo o episódio “o despertar da força” e a expressão “que a força esteja com você”. É necessário evitar a confusão com todas essas forças e entender o significado científico de força, que é aquele descrito pelas leis de Newton. A primeira e a segunda lei são ambas definições de força. A segunda lei é a definição mais simples: $F = ma$, ou seja, força igual a massa x aceleração.

Por exemplo um navio de carga que pesa milhares de toneladas necessita uma enorme força para mover-se mesmo que a aceleração seja pequena pois sua massa é enorme. Aliás, ainda não existem motores que possam fazer com que um navio desses acelere rapidamente... Já no caso de um grande avião de passageiros, como o famoso jumbo 747, existe uma grande massa e também uma rápida aceleração, a ponto de “grudar-nos” nas poltronas. Os motores de um avião desse tamanho são mesmo muito potentes para conseguir isso. São produtos de alta tecnologia, fabricados por um pequeno número de empresas.

Perceba que o motor do avião não está ligado às suas rodas, como no caso dos carros. O motor a jato simplesmente produz um jato de ar a altíssima velocidade. De acordo com o princípio de ação e reação (3º Lei de Newton), esta ação deve produzir uma reação no sentido contrário, que é a força que empurra o avião para a frente. O jato de ar é produzido devido ao aumento de temperatura produzido pela queima do combustível no ar, pois o ar expande quando aquecido (similar ao que ocorre em balões onde se esquentam só um pouquinho). No caso do motor de foguete não existe ar (porque o foguete sai da atmosfera da terra) e portanto a queima deve ocorrer usando oxigênio que é carregado nos seus tanques em forma líquida ou sólida.

A 1ª Lei também é uma ótima definição de força: é algo que quando aplicado a um objeto (ou partícula) muda o estado de movimento da mesma. Quer dizer, se está parado passa a mover-se, se está movendo-se para. Esta ideia é mais facilmente visualizada no espaço porque ali não há forças de atrito (resistência do ar ou atrito sobre superfícies).



Deixe-me explicar um pouco a força de atrito antes. Esta é uma força muito importante que normalmente passa despercebida pelas pessoas. Ela é considerada mais como um problema (o que nem sempre é verdade) como neste caso: imagine que você tem que empurrar uma caixa

pesada. Você vai ter que fazer força porque existe atrito entre a caixa e o

Navio saindo do porto de Antuérpia (Bélgica). Para mover um navio deste tamanho é necessário aplicar uma força muito grande...

chão. Em um chão liso você faria menos esforço porque a caixa deslizaria com mais facilidade pois o atrito seria menor entre a caixa e o chão. Mas nem sempre o atrito é um problema; às vezes ele nos ajuda. Imagine andar encima do gelo (como em países frios ou em locais de patinação no gelo). Você escorregaria o tempo todo e mal conseguiria andar, porque estamos acostumados com o atrito entre o chão e nossos sapatos, que dá firmeza a nossos passos. Os materiais de estradas e de pneus de carros são escolhidos de modo a haver o máximo de atrito e que portanto o carro permaneça sobre a estrada sem escorregar nas brecadas ou nas curvas, ou seja, existe uma força que “gruda” o carro à estrada. A água reduz o atrito mas não impede os carros e circularem. Outra forma de atrito é a resistência do ar: quando se viaja a altas velocidades, em carro

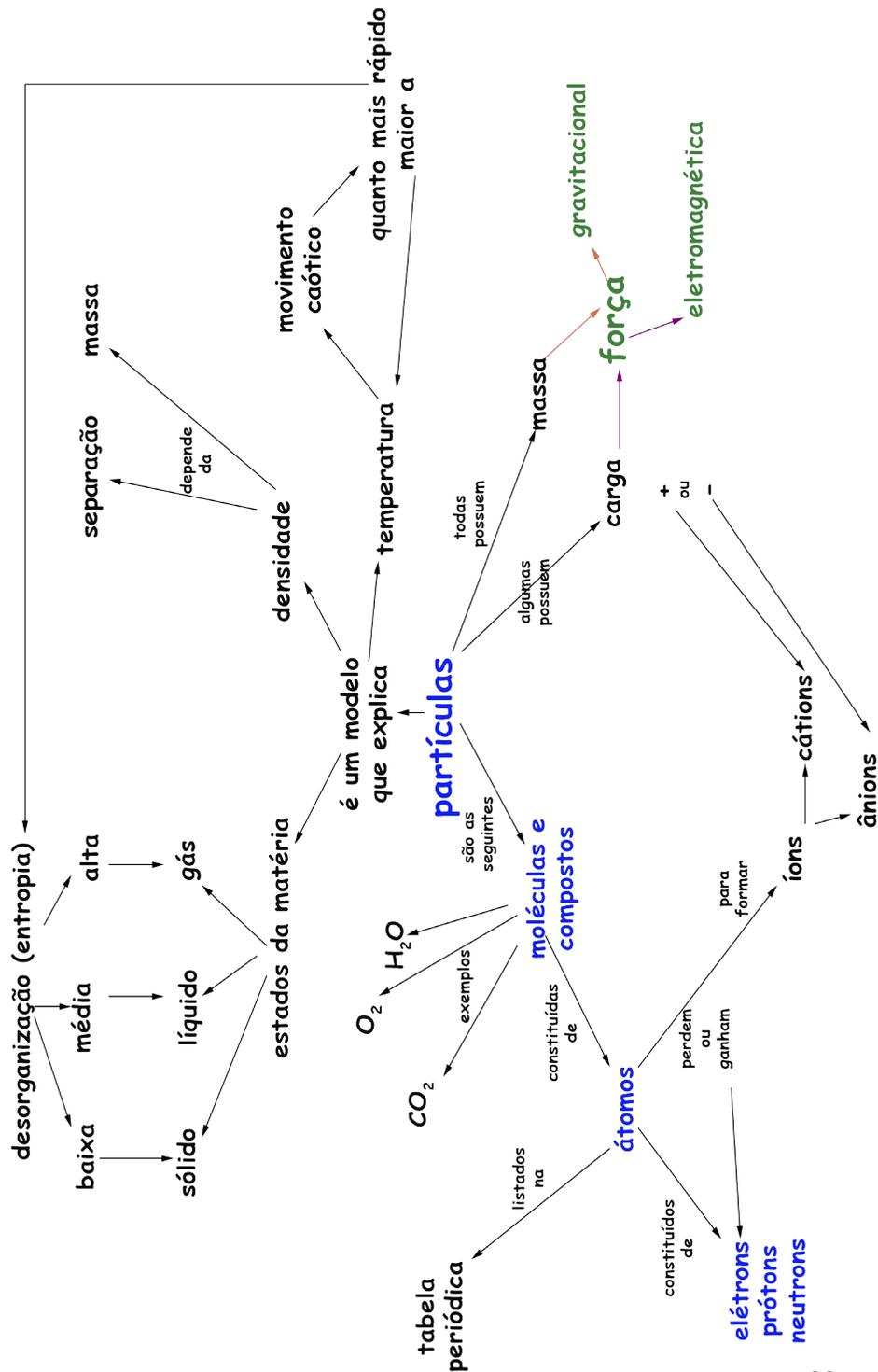


ou avião por exemplo, o ar exerce uma força de resistência contra a direção do movimento. Por isso carros de corrida e avião tem uma forma aerodinâmica, para deixar o ar passar facilmente,

diferentemente de veículos que andam devagar como os ônibus onde a frente é como uma parede.

Agora voltemos à 1ª Lei. Se estamos viajando pela estrada em um carro, é necessário que o motorista continue acelerando o motor (e portanto produzindo uma força para frente) mesmo que seja para manter a mesma velocidade (se não houvesse a resistência do ar o carro iria, sempre que acelerado, aumentar sua velocidade). Neste caso a força do motor é idêntica à força de resistência do ar (e mais outros atritos) e não há força resultante, portanto o carro continua em velocidade constante.

Imagem: carro de corrida é rebaixado e com formas que permitem a passagem do ar por cima da carroçaria sem muita resistência, empurrando o carro contra a pista. Perceba também o tamanho grande dos pneus para que haja máximo atrito com a pista e o carro possa fazer curvas em alta velocidade.



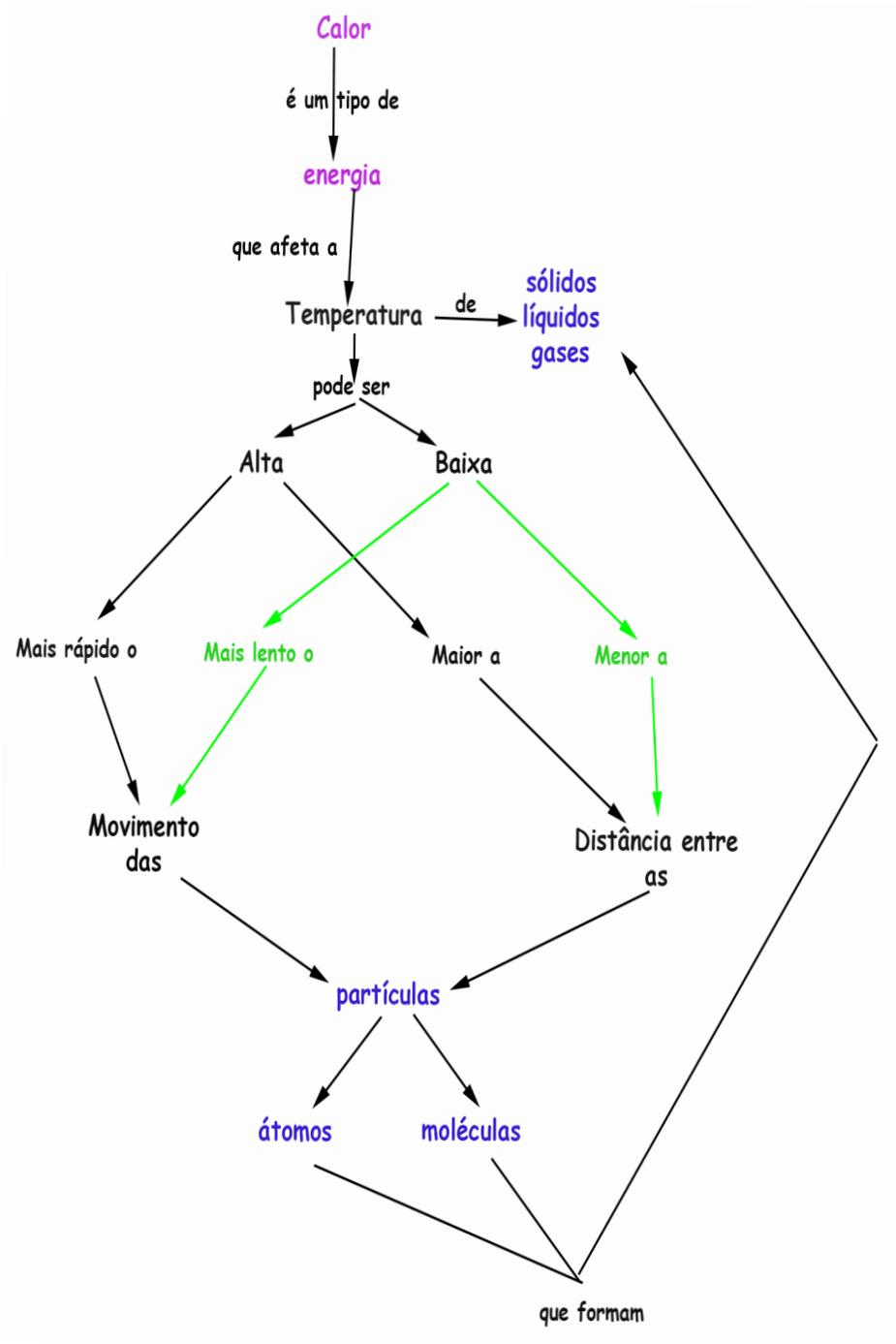
No caso de objetos movendo-se no espaço não existe atrito e portanto um satélite, por exemplo, pode continuar movendo-se com velocidade constante sem a necessidade de força. Se quiséssemos para o satélite teríamos que aplicar uma força.

É interessante que as forças podem agir à distância, ou seja, sem que os objetos envolvidos se toquem. Vejamos como exemplo a força da gravidade: todos os objetos são atraídos para baixo (em direção ao centro do planeta). Esta força para baixo chama-se peso.

Massa não é o mesmo que peso. A balança determina o peso de objetos. O peso é uma força (produzida pela atração gravitacional da terra) e portanto medida em newtons (N). Portanto, o valor lido na escala da balança deveria ser dado em newtons (N) e não em quilogramas (kg) como se costuma fazer e que é errado! Massa é medida em kg e força (peso é um exemplo) em newtons. Esse erro ocorre porque muitas pessoas não sabem a diferença entre peso e massa, justamente por não saberem o que é uma força. A massa é a quantidade de matéria e esta é sempre a mesma. A massa do seu corpo é a mesma na terra, na lua ou na estação espacial (em órbita da terra). O seu peso na lua será menor do que na terra, porque a lua tem massa menor que a terra e portanto a atração gravitacional é mais fraca. O seu peso na estação espacial seria zero e portanto você flutuaria (por estar longe da Terra)!
 Peso = mg . Aqui usamos a 2ª Lei, $F = ma$, e substituímos a por g , que é a aceleração da gravidade.

Mapa 6 - Partícula

Partículas formam tudo o que a gente vê: o mar, as estrelas, os animais (incluindo nós mesmos) e tudo mais. Segundo a física quântica, até a luz é feita de partículas. Tudo que se chama de partículas nos cursos de ciências (elétrons, átomos e moléculas) é tão pequeno que não podemos ver nem no microscópio. Para entender como as partí-

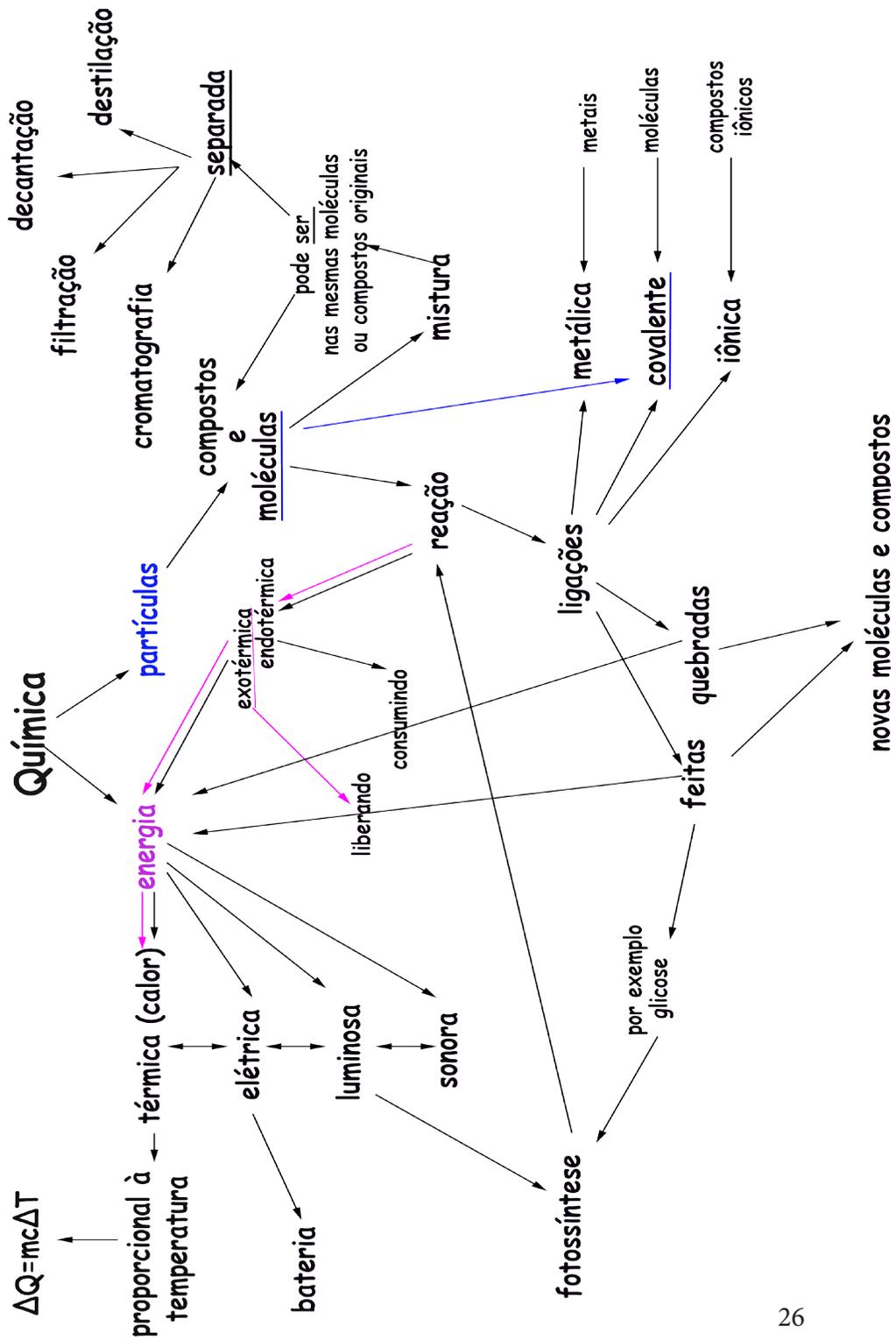


culas se comportam us-se um modelo, que é algo inventado para poder “visualizar” o que ocorre. O modelo de partículas, que consiste de vê-las como pequenas bolinhas, tipo bolas de bilhar, que se movem o tempo todo, nos permite explicar várias coisas que observamos como por exemplo o congelamento e a vaporização de líquidos. Vou explicar aqui como o modelo explica diversos fenômenos, mas isso é melhor visualizado com animações no computador (buscar por “animations states of matter”), para ver as partículas em movimento.

Primeiramente vamos considerar o conceito de temperatura: esta nada mais é do que a medida do grau de agitação das partículas. O calor é a energia de agitação das partículas. Temperatura e calor estão intimamente relacionados mas não são a mesma coisa. Antigamente se acreditava que calor era algo produzido ou consumido nas reações químicas, algo material. Hoje sabemos que o calor não existe por si só, ele apenas acelera as partículas.

O modelo nos leva também a entender as mudanças de fase (gas-líquido-sólido): no estado sólido as partículas estão próximas, organizadas em seus devidos lugares (estrutura cristalina), e movendo-se relativamente devagar. Elas apenas vibram em torno de posições fixas. Quando o sólido recebe calor, a velocidade das suas partículas aumenta e, se é alcançada a temperatura de fusão, as partículas não conseguem mais manter as posições fixas e começam a se deslocar por todos os lados. A distância entre as partículas não aumenta muito, devido à fusão (derretimento), mas a desorganização delas aumenta muito. Se a temperatura seguir aumentando e o ponto de ebulição for alcançado, as partículas terão tanta velocidade que não mais conseguirão estar próximas uma da outra. Elas se soltam completamente e passam a “voar” em todas as direções, rebatendo nas paredes do reservatório e entre elas, como se fossem bolas de bilhar. As moléculas do ar, por exemplo, se movem a velocidades de cerca de 500 m/s, ou seja, 1 km a cada 2 s ou cerca de 1600 km / h. O estado de desordem das partículas aumenta com a temperatura.

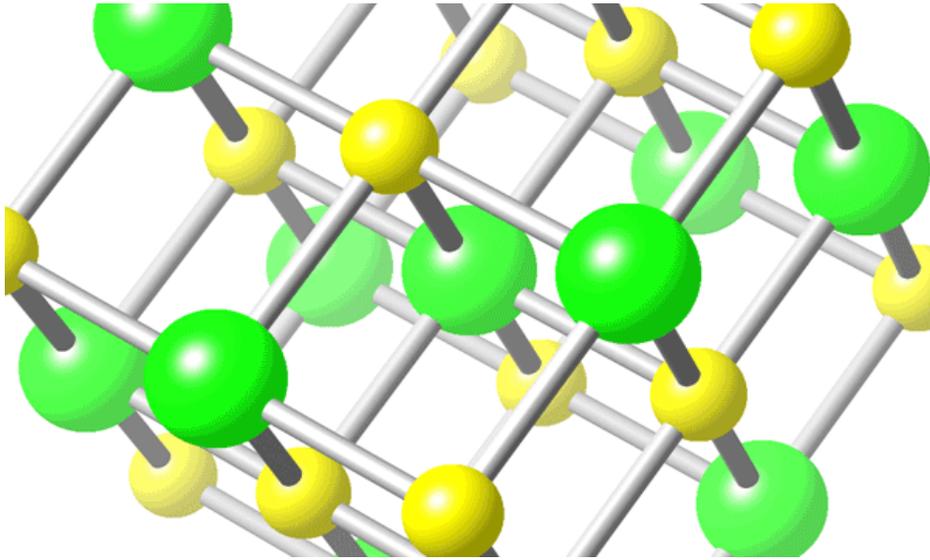
O conceito de desordem é muito importante e por isso recebe um nome



especial: entropia. Existem números e fórmulas para a entropia. A entropia do grafite é de 5 e a do diamante é 2. Ambos são feitos das mesmas partículas (átomos de carbono) mas no caso do diamante a organização é maior (e a desorganização menor). Para um gás de átomos de carbono o valor seria 158 e portanto muito mais alto do que para os sólidos (grafite ou diamante). O estado natural das coisas é o de máxima entropia e portanto a entropia sempre tende a aumentar. Esta só é reduzida em sistemas vivos. Pense em como a bagunça no seu quarto vai aumentando sempre, a menos que você arrume (um ser vivo reduzindo a entropia). Pense nos fios de seus carregadores, fones de ouvido, colares, etc que tendem a se enrolar com o passar do tempo. A ideia de que a entropia sempre tende a aumentar permite determinar se uma reação química pode ocorrer espontaneamente ou não. Por exemplo as que produzem gases são favorecidas porque gases tem entropia alta.

Para dar mais um exemplo da utilidade do modelo de partículas, vamos pensar no conceito de densidade (densidade = massa / volume). Sabemos que certos materiais, como o isopor por exemplo, são bastante leves mesmo em pedaços grandes (grandes volumes). Outros materiais, como o chumbo e o mercúrio por exemplo, são bastante pesados mesmo em quantidades pequenas, e se diz que sua densidade é alta. Isso ocorre porque os materiais de densidade menor possuem partículas com menor massa (na tabela periódica temos cerca de 100 tipos de átomos, cada um com uma massa diferente). A separação das partículas também interfere na densidade: quanto mais próximas as partículas, mais delas vão caber no mesmo volume de um objeto e portanto maior será a massa do mesmo.

O mapa (na página 22) também mostra a relação entre partículas e forças. A força da gravidade atua sobre todas as partículas, pois todas tem massa. Em geral não notamos a força da gravidade entre objetos de uso cotidiano - por exemplo sua borracha atraindo seu lápis - porque estes possuem massa pequenas. Para observarmos a força da gravidade é preciso massas enormes, como a massa da Terra, da lua ou do Sol, por exemplo. A força peso é proporcional à massa da Terra e à massa do objeto pesado. Na lua pesamos menos (ainda que mantenhemos a mesma massa), porque a massa desta é menor que a da Terra!



Cristal de cloreto de sódio, com íons Na⁺ em amarelo e Cl⁻ em verde.

Algumas partículas possuem carga elétrica, como elétrons e prótons por exemplo, e portanto estão sujeitas também a forças eletromagnéticas (elétricas e magnéticas juntas em uma só) além da força gravitacional. Os prótons (+) no núcleo do átomo atraem os elétrons (-) porque cargas com sinais opostos se atraem e cargas de mesmo sinal se repelem.

A relação entre partícula e energia é essencial para a química e é descrita em outro mapa (página 26) onde estes conceitos se relacionam com outros extremamente importantes como o de ligação química.

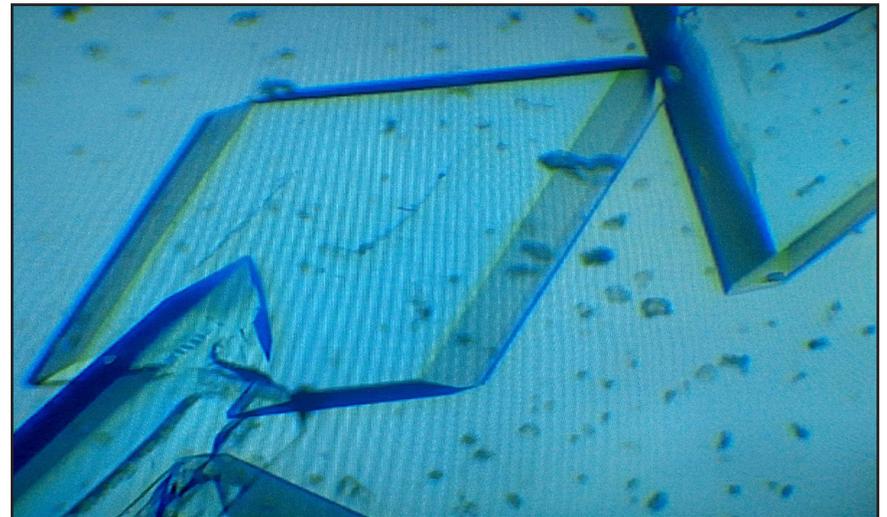
A ligação química é talvez a ideia mais importante da química. Ela é que permite a variedade enorme de substâncias que podem ser produzidas usando os 100 átomos da tabela periódica. Podem ser feitas diferentes combinações destes com resultados muito diferentes. O cloro, por exemplo, no seu estado puro (Cl₂) é um gás venenoso que já foi utilizado na guerra como arma química. No entanto, na forma de NaCl, ou sal de cozinha, ele nos ajuda a desfrutar da comida e oferece minerais essenciais ao funcionamento do nosso organismo.

A ligação química se dá pela interação entre elétrons dos átomos envol-

vidos, e esta se dá de diferentes maneiras: covalente, iônica ou metálica. É interessante notar que toda a química é governada pelo comportamento dos elétrons e portanto as partículas no núcleo não participam.

Moléculas e compostos

Moléculas são grupos de átomos que se juntam pela ligação do tipo covalente (compartilhamento de elétrons). No caso de compostos, formados pela ligação iônica, como no caso do sal de cozinha (NaCl), existe um cristal onde cada átomo está ligado a 6 outros (imagem ao lado) e portanto não existem pares definidos como por exemplo na molécula de O₂ (O-O). Pelo mesmo motivo os metais não podem ser chamados de moléculas.



Cristal de sulfato de cobre - forma de losango (foto tirada com microscópio)

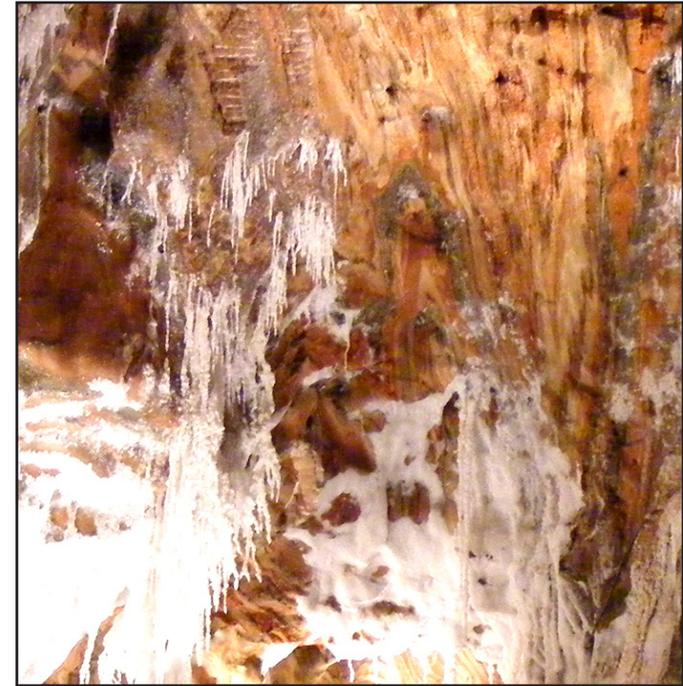
Quando existe quebra e formação de novas ligações químicas significa que houve reação e portanto estamos diante de novas moléculas (ou compostos), diferentes dos iniciais. No caso da mistura não há toda esta ação. Simplesmente diferentes moléculas se misturam e não se trata de uma reação química. As moléculas misturadas podem ser separadas por

um método adequado. Por exemplo, o ar é uma mistura de diversos gases que podem ser separados por destilação. Uma mistura de pó de enxofre e pó de ferro pode ser separada com um ímã, que atrairá apenas o ferro.

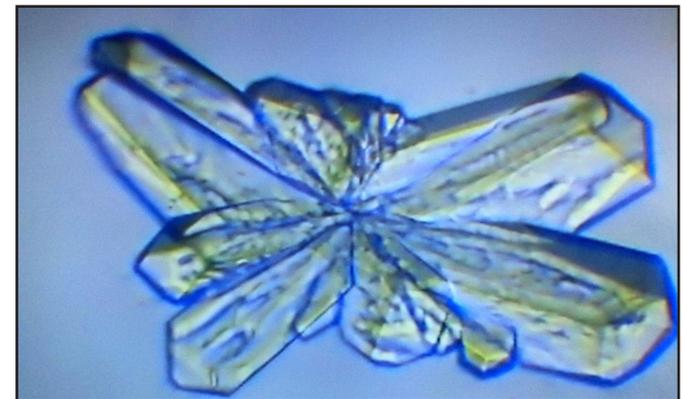
São também apresentados também alguns tipos de energia que estão relacionados a reações químicas. A energia luminosa é necessária para diversas reações químicas importantes (fotoquímica). Talvez a mais importante de todas seja a fotossíntese, porque sem ela nós não teríamos oxigênio para respirar e nem comida.



Edifícios com forma de cristais no Futuroscope em Poitiers (França)



Mina de sal (NaCl) em Cardona (Espanha)



Cristais de NaCl fotografados no microscópio