

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

Lucas Antonio de Oliveira Melgaço

**UM MATERIAL ALTERNATIVO PARA O ENSINO DE**  
**QUÍMICA:**

**Abordando alguns conceitos de Fitoquímica**

Ouro Preto, 2012

Lucas Antonio de Oliveira Melgaço

**UM MATERIAL ALTERNATIVO PARA O ENSINO DE  
QUÍMICA:**

**Abordando alguns conceitos de Fitoquímica**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Federal de Ouro Preto como  
requisito parcial para a obtenção do título de  
Licenciatura em Química, sob orientação da  
Professora Doutora. Rute Cunha Figueiredo

Ouro Preto, 2012

## Agradecimentos

Gostaria de agradecer a Deus por me iluminar e dar forças para alcançar mais esta conquista.

A minha família, especialmente aos meus pais por todo amor, incentivo, dedicação e confiança durante esta caminhada.

À Professora Rute pelos ensinamentos, puxões de orelha e dedicação nas reuniões durante a confecção deste trabalho, assim como em outros momentos da graduação.

À Professora Paula Mendonça pelos ensinamentos e por suas opiniões e sugestões que enriqueceram o trabalho.

Aos meus grandes amigos, Felipe e Stefannie pela amizade, incentivos e risadas durante esta caminhada, que com certeza teria sido bem mais tediosa sem as suas presenças.

À Marina pelo companheirismo, apoio e incentivo durante a árdua confecção deste trabalho.

Aos meus irmãos da república K-Zona pelos ótimos momentos vividos e pelo aprendizado que irei carregar por toda a vida.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

## Conteúdo

1 – INTRODUÇÃO: .....	1
2 - MATERIAL DO ALUNO: .....	4
2.1 – ATIVIDADES: FUNÇÕES ORGÂNICAS:.....	4
A FITOQUÍMICA DA MANGABEIRA – BRAVA .....	5
2.2 – ATIVIDADES: INTERAÇÕES INTERMOLECULARES: .....	13
3 - MATERIAL DO PROFESSOR (MP): .....	18
3.1 – ATIVIDADES: FUNÇÕES ORGÂNICAS .....	18
3.1.1 - A FITOQUÍMICA DA MANGABEIRA – BRAVA:.....	20
3.1.2 - FUNÇÃO HIDROCARBONETO: .....	22
3.1.3 - FUNÇÃO ÁLCOOL: .....	25
3.1.4 - FUNÇÃO CETONA:.....	28
3.1.5 - FUNÇÃO ÉSTER: .....	29
3.1.6 - FUNÇÃO ÉTER: .....	30
3.1.7 - FUNÇÃO ALDEÍDO:.....	31
3.1.8 - FUNÇÃO ÁCIDO CARBOXÍLICO: .....	32
3.2 - ATIVIDADE 2: INTERAÇÕES INTERMOLECULARES .....	35
3.2.1 - CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS: .....	35
3.2.2 – INTERAÇÕES INTERMOLECULARES: .....	36
3.2.3 – QUESTÃO CHAVE:.....	41
3.3 – GLOSSÁRIO: .....	45
4 - CONCLUSÃO: .....	46
5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47

## 1 – INTRODUÇÃO:

O avanço da ciência e da tecnologia acarretou diversas mudanças na sociedade atual, influenciando também o nível econômico, político e social. Estas transformações não afetam somente a esfera do conhecimento humano, mas também o indivíduo desta sociedade que evolui a partir destas mudanças.

A contribuição da ciência e da tecnologia na sociedade é inegável, no entanto, não podemos confiar excessivamente nelas, tornando-nos cego devido ao conforto que nos é proporcionado (BAZZO, 1998 *apud* PINHEIRO et al, 2007). É necessário destacar a influência que vários eixos da sociedade exercem sobre a evolução da ciência e da tecnologia. Os interesses sociais, políticos, militares e econômicos irão ditar o impulso do avanço em determinadas áreas do conhecimento. Portanto, os produtos deste avanço não são independentes destes interesses (PINHEIRO et al., 2007).

A velocidade na qual o conhecimento é transmitido no nosso dia-a-dia nos põe a frente de um grande conteúdo de informações sobre os avanços da ciência. Porém, muitas vezes, estas são engendradas em interesses das classes dominantes e de grandes corporações. Com isso é necessário que além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento tecnológico, o cidadão seja capaz de avaliar e participar das decisões que irão influenciar o meio que vive. Faz-se necessário que a sociedade de um modo geral, comece a questionar as implicações que o avanço e aplicações da ciência e tecnologia trás para a sociedade, e que muitas vezes somente o interesse de classes dominantes é atendido (PINHEIRO et al., 2007). Sendo assim, o indivíduo deve aprender a compreender a ciência com suas implicações e conseqüências, participando das decisões que irão influenciar o meio em que vive e não apenas como “conteúdos estanques” e descontextualizados ((BAZZO, 1998 *apud* PINHEIRO et al, 2007).

A fim de nortear o ensino nessas premissas, existem documentos oficiais que trazem orientações quanto aos objetivos do ensino ao nível médio. A Lei de Diretrizes e Bases, de 1996 (LDB) (BRASIL, 1996), apresenta propostas para o Ensino Médio como etapa final da formação do cidadão. Este não é visto mais como uma etapa de preparação para o vestibular, mas formador de cidadão; para uma possível continuação dos seus estudos em níveis mais avançados ou para sua inserção no mercado de trabalho.

Para isso, defende-se um ensino pautado no desenvolvimento de habilidades. Entre elas, capacidade de buscar informações, pesquisá-las, analisá-las e selecioná-las; aprender a criar, formular, ao invés de simplesmente memorizar conceitos (BRASIL, 1996). Sobre isso a Lei de Diretrizes e Bases traz que:

*“[...] é a etapa final de uma educação de caráter geral, afinada com a contemporaneidade, com a construção de competências básicas, que situem o educando como sujeito produtor de conhecimento e participante do mundo do trabalho, e com o desenvolvimento da pessoa, como “sujeito em situação” – cidadão.”*

*Brasil, 1996.*

Para se alcançar os objetivos propostos pelos documentos oficiais, a contextualização pode ser uma ferramenta importante para a didática do professor. Considerando que a função do ensino de química seja desenvolver o pensamento crítico e a capacidade de inter-relacionar diferentes conteúdos, ou seja, usá-los em diferentes contextos. Para isso faz-se necessário que o conteúdo trabalhado seja vinculado com um contexto próximo ao do aluno (SANTOS; SCHNETZLER, 1996).

A contextualização já aparece com a reforma do ensino médio, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da educação (BRASIL, 1996). Esta orienta a compreensão do conhecimento para o uso cotidiano. Contextualizar em química não é propor situações artificiais, tampouco citar exemplos no fim do livro. Deve-se propor uma situação problemática real, onde o aluno deverá utilizar o seu conhecimento e relacioná-lo ao contexto do problema para resolvê-lo (BRASIL, 1999). O objetivo é que o aluno tenha acesso a um ensino que lhe propicie o desenvolvimento da cidadania (COELHO; MARQUES, 2007). Sendo assim, o aluno necessita de um aprendizado que faça uso do seu contexto local, e que use situações relevantes da sua situação regional ou local (BRASIL, 1999).

O termo contextualizar pode ser definido de diferentes formas: Contextualizar é assumir que todo conhecimento está relacionado com o sujeito e objeto. É a busca do significado do conhecimento, levando o aluno a compreender os fatos e os fenômenos que o cercam (LAMBACH; AIRES, 2009).

No ensino de Química, o objetivo da contextualização é dar significado à aprendizagem, interligando os conteúdos de estudo com o contexto do aluno, mostrando a importância de estudar a disciplina. O ensino de química é direcionado para uma aprendizagem que priorize o pensamento crítico do aluno e a habilidade de interligar diferentes áreas, em detrimento do ensino baseado na memorização (SILVA, 2009).

Baseado nestes conceitos foi elaborado um material alternativo para o ensino de química orgânica para alunos do 3º ano do Ensino Médio, cujo tema é a fitoquímica da Mangabeira-brava.

A fitoquímica é um ramo da química que estuda os compostos constituintes de vegetais de diversas espécies, muitas delas com aplicações médicas.

Sendo assim, baseando-nos nos resultados obtidos por Duarte (DUARTE, 2000), dos compostos orgânicos encontrados nos galhos e raízes da Mangabeira-Brava (*Austroplenckia populnea*), uma árvore típica da região sudeste, elaboramos um material alternativo para o ensino de funções orgânicas e interações intermoleculares para alunos do Ensino Médio.

O material proposto é dividido em duas partes, **material do aluno** e **material do professor**. O primeiro aborda atividades relacionadas aos conteúdos de funções orgânicas e interações intermoleculares, usando, para isso, os compostos presentes nos galhos e raízes da Mangabeira-brava como contexto do ensino. O material do professor apresenta orientações didáticas para o professor, além de sugestões de leituras.

## 2 - MATERIAL DO ALUNO:

### 2.1 – ATIVIDADES: FUNÇÕES ORGÂNICAS:

#### INTRODUÇÃO:

Quantas vezes não ouvimos sobre o quanto a química esta presente no nosso dia-a-dia? Esta ciência é de vital importância para o homem, uma vez que estuda as propriedades e a constituição da matéria.

Um ramo importante da química (e também da biologia) é a Fitoquímica. Esta área da química tem como objetivo estudar os compostos químicos presentes nas plantas, bem como isolar princípios ativos de medicamentos fitoterápicos e ainda substâncias responsáveis por odores e pigmentos nas diversas plantas.

As moléculas que compõem as plantas e também outros seres vivos são constituídas, essencialmente, de átomos de Carbono (C), Hidrogênio (H), Oxigênio (O) e Nitrogênio (N). Estas são chamadas moléculas orgânicas e podem ser classificadas de acordo com a sua função orgânica.

Dá-se o nome função orgânica a determinado átomo ou grupo de átomos que, ligados a uma molécula, conferem a esta, propriedades físico-químicas características. O grupo que caracteriza uma função orgânica é chamado grupo funcional e nesta porção da molécula ocorre a maioria de suas reações. Portanto, essa é a parte que determina as propriedades químicas do composto (SOLOMONS; FRYHLE, 2000). Muitas dessas funções são responsáveis, por exemplo, pelos princípios ativos de medicamentos e da cor característica de determinado pigmento natural (PAZINATO et al., 2012).

As principais funções orgânicas são divididas em: Hidrocarboneto, Álcool, Cetona, Éster, Éter, Aldeído, Ácido Carboxílico, Fenol, Amina e Amida.

## A FITOQUÍMICA DA MANGABEIRA – BRAVA



**Figura 1** – Mangabeira brava. (Fonte: Disponível em: <<http://zeus.qui.ufmg.br/~neplam/austroplenckia.htm>> Acesso em: 04 de junho de 2012).

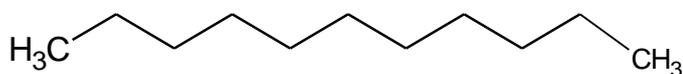
A *Austroplenckia populnea*, popularmente conhecida como mangabeira-brava, marmelo do campo e mangabarana é encontrada nas regiões de cerrado, principalmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás (DUARTE, 2000).

A madeira da mangabeira-brava é de bastante interesse para a carpintaria e a marcenaria, principalmente pela indústria vimínia\*, pois é bastante resistente e adequada para trabalhos de torneamento.

O interesse no estudo fitoquímico dessa espécie está associado às atividades fitoterapêuticas apresentadas por ela, principalmente na atividade anti-reumática\*, antitumoral\* (tratamento do câncer de pele), antidisintérico\* e ação curativa em feridas na pele. Muitas dessas propriedades são derivadas da presença de determinados compostos em seu extrato. Infelizmente, o desmatamento descontrolado e as queimadas têm colocado em risco de extinção diversas espécies nativas do cerrado brasileiro, entre elas a *Austroplenckia populnea* (DUARTE, 2000). Disponível em: <<http://zeus.qui.ufmg.br/~neplam/austroplenckia.htm>> Acesso em: 04 de junho de 2012).

Em uma espécie como a *Austroplenckia populnea* é possível encontrar compostos constituídos de diversas funções orgânicas. Em um extrato feito com os galhos e raízes da mangabeira é encontrada uma mistura de hidrocarbonetos dentre outros compostos.

Os **hidrocarbonetos** não possuem um grupo funcional característico, estes são caracterizados pela presença de ligações carbono-carbono (C-C) e carbono-hidrogênio (C-H) (SOLOMONS; FRYHLE, 2000). Um exemplo típico de mistura de hidrocarbonetos é a parafina, tipo de cera utilizada na fabricação de velas. Um dos hidrocarbonetos presentes na parafina é o undecano (Figura 2).



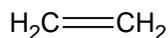
**Figura 2** – Estrutura do undecano, hidrocarboneto de aspecto "ceroso"

As propriedades físicas e químicas dos hidrocarbonetos variam de acordo com o tipo de ligação e da estrutura da molécula. Quando às ligações carbono-carbono do hidrocarboneto são:

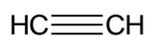
- Simples, são chamados de Alcanos;



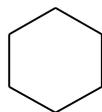
- Duplas, são chamados de Alcenos;



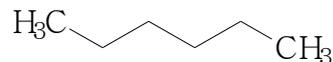
- Triplas, são chamados de Alcinos;



Quanto à estrutura, esses compostos podem ser classificados em cíclicos e acíclicos.



Estrutura do Ciclohexano (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>)  
(um hidrocarboneto cíclico)



Estrutura do Pentano (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>)  
(um hidrocarboneto acíclico)

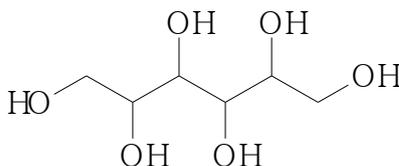
O tetracosanoato de tetracosila (Figura 3) é um dos compostos isolados a partir do extrato dos galhos e raízes da mangabeira.



**Figura 3** – Estrutura do tetracosanoato de tetracosila

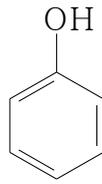
Compostos que possuem a ligação carbono–hidroxila (um átomo de oxigênio ligado a um átomo de hidrogênio), são denominados **álcoois**, e o grupo funcional –OH caracteriza esta função orgânica (SOLOMONS; FRYHLE, 2000).

O Dulcitol (Figura 4) é um álcool, um polioli. Este também é outro composto que pode ser isolado dos galhos e raízes da mangabeira.

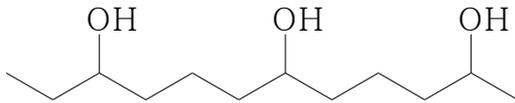
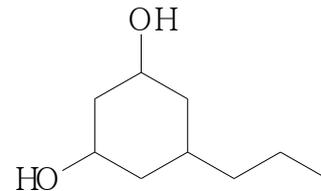
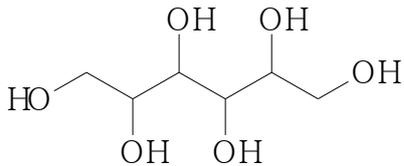


**Figura 4** – Estrutura do dulcitol

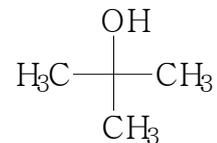
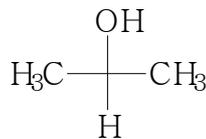
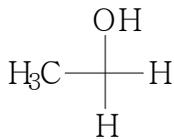
Os alcoóis podem ser classificados em relação ao número e posição das hidroxilas. Indicamos o número de funções álcool presente em uma molécula acrescentando o prefixo mono, di, tri, antes do nome álcool, para uma, duas, três, funções álcool, respectivamente. O prefixo *poli* é usado para dar nome a substâncias com mais de três funções álcool presente na molécula. Quando o grupo –OH está ligado a um hidrocarboneto com seis átomos de carbono e estrutura cíclica, conforme o composto a seguir, este são denominados fenóis.



Dentre os compostos abaixo, marque com o número 2 o diol, 3, o triol e 4, o poliol:



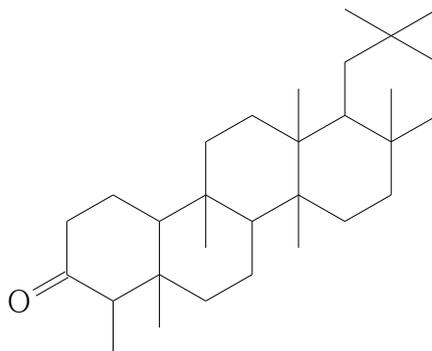
Os alcoóis também são classificados de acordo com o grau de substituição do carbono ao qual a hidroxila está ligada. Por exemplo, se o carbono ligado a hidroxila está ligado a apenas outro carbono, este é chamado de **carbono primário** e é, portanto um **álcool primário**. Se o carbono ligado a hidroxila estiver ligado a mais dois átomos de carbono, este é denominado **carbono secundário** e é um **álcool secundário**, o mesmo se procede para o carbono terciário (SOLOMONS; FRYHLE, 2000). O esquema abaixo representa esta classificação.



Etanol: um álcool primário. Propanol: um álcool secundário. Butanol: um álcool terciário

Classifique os carbonos presentes no Dulcitol (Figura 4) de acordo com seu grau de substituição.

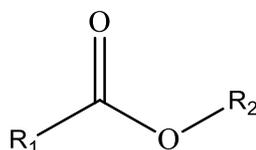
Outro composto que foi isolado das raízes e galhos da *Austroplenckia populnea* é a Friedelina (Figura 5).



**Figura 5** – Estrutura da Friedelina

Este composto pertence à classe dos triterpenos pentacíclicos. Esta classe de substância é muito encontrada em plantas, especialmente coníferas (cedro, araucária, etc.). O átomo de oxigênio deste composto está ligado ao átomo de carbono por meio de uma ligação dupla (C=O). Este grupo funcional é denominado **cetona** (SOLOMONS; FRYHLE, 2000).

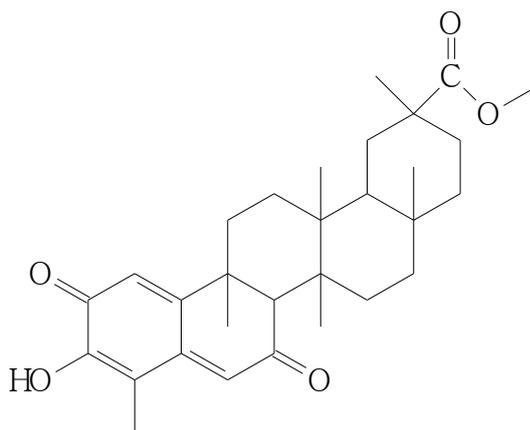
Outra importante função orgânica presente em compostos que podem ser isolados de vegetais são os **Ésteres**. Essa função é caracterizada pelo grupo funcional  $R_1COOR_2$ .



Grupo funcional éster

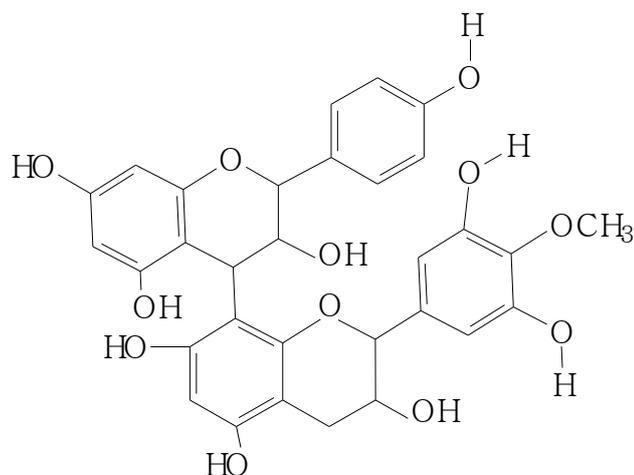
Em diversos compostos orgânicos é possível observar a presença de um ou mais grupos funcionais diferentes.

A dispermoquinona (Figura 6) possui funções orgânicas distintas. Identifique seus grupos funcionais:



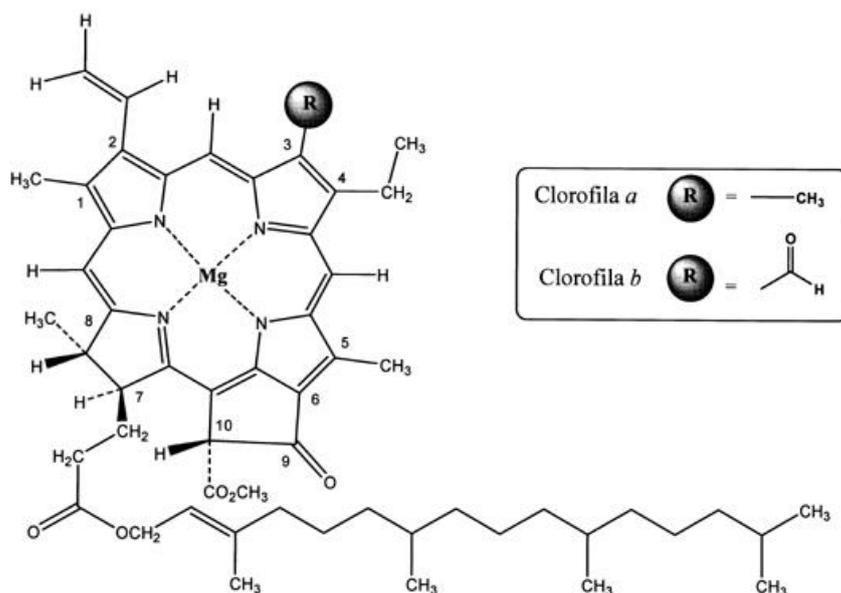
**Figura 6** – Estrutura da Dispermoquinona.

Substâncias que possuem um átomo de oxigênio ligado a dois grupos alquila (hidrocarboneto) são denominadas **Éteres** (SOLOMONS; FRYHLE, 2000). A partir de um extrato dos galhos da mangabeira é possível isolar compostos que possam, além de outras funções orgânicas, a função éter (DUARTE, 2000) como exemplo a, proantocianidina A (Figura 7).



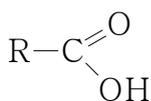
**Figura 7** – Estrutura da proantocianidina A.

Um importante grupo funcional são os **aldeídos** (RCOH). Este está presente numa molécula de vital importância para as plantas, a clorofila (Figura 8), mais especificamente, os tipos de clorofila denominados Clorofila b e a Clorofila d. Estes compostos são os responsáveis pela conversão da energia solar em energia química por meio da fotossíntese.



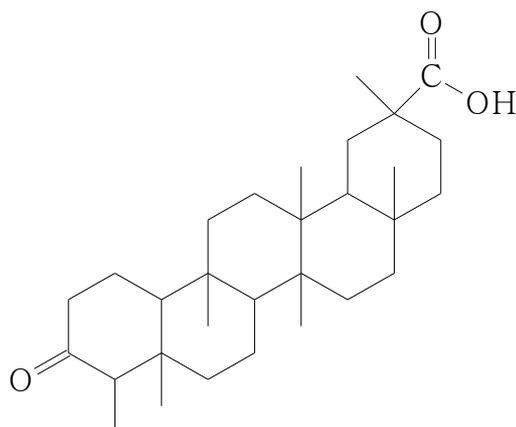
**Figura 8-** Estrutura da Clorofila (STREIT et al., 2005).

Os ácidos carboxílicos podem ser encontrados em diversas espécies vegetais, incluindo *Austroplenckia populnea*. O grupo funcional característico desta função orgânica é o RCOOH (Figura 9). Este grupo é chamado de grupo funcional carboxila (**carbonila + hidroxila**) (SOLOMONS; FRYHLE, 2000).



**Figura 9** - Grupo funcional ácido carboxílico

Do extrato dos galhos da *Austroplenckia populnea* é possível isolar alguns compostos que possuem a função ácido carboxílico. Dentre estes, o ácido populnônico (Figura 10).



**Figura 10** - Estrutura do ácido populnônico

Vimos, anteriormente, algumas das principais funções orgânicas e como estas estão presentes em compostos encontrados em plantas. Muitos destes compostos são importantes para a sociedade na obtenção de medicamentos, pigmentos, etc, e suas propriedades são devidas à presença de determinados grupos funcionais.

Além das funções discutidas anteriormente, existem outras que também são importantes e estão presentes em grande número nas plantas.

É possível perceber então, o quanto a Fitoquímica pode ser importante para a sociedade, desenvolvendo novos medicamentos e materiais a partir de substâncias extraídas das plantas. Muitos medicamentos encontrados nas farmácias e drogarias atualmente possuem seu princípio ativo devido a substâncias extraídas das plantas.

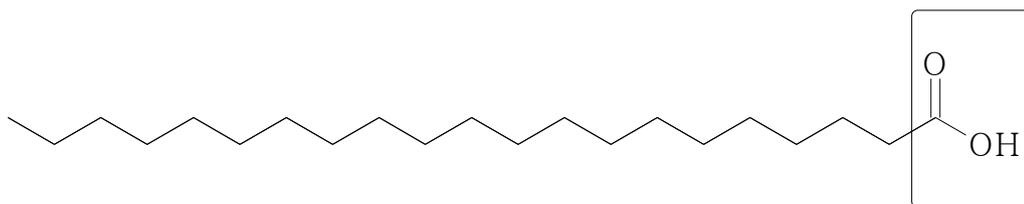
## 2.2 – ATIVIDADES: INTERAÇÕES INTERMOLECULARES:

Na última atividade, vimos alguns dos compostos presentes na *Austroplenckia populnea* e aprendemos a identificar algumas funções orgânicas presentes em suas estruturas. Contudo, não discutimos sobre as propriedades físico-químicas destas substâncias, como, por exemplo, qual o motivo de um composto ter maior temperatura de fusão e de ebulição que outro.

Os grupos funcionais presentes nas moléculas orgânicas (como as encontradas em *Austroplenckia populnea*) conferem a estas, certas características físico-químicas. Estas moléculas não são encontradas de forma isolada. Elas existem em grande número e interagem entre si, ou seja, fazem interações intermoleculares. As moléculas interagem com aquelas que são iguais ou diferentes dela.

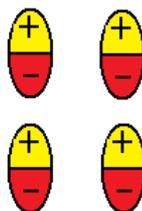
Esse tipo de interação não pode ser confundido com as ligações químicas que são forças de ligações interatômicas (entre átomos), que têm, portanto, características e propriedades distintas. As interações intermoleculares conferem às moléculas propriedades importantes como a temperaturas de fusão e de ebulição.

Diferentemente de uma ligação química, em uma interação intermolecular não há uma relação de compartilhamento ou perda/ganho de elétrons entre as espécies. O que irá determinar o caráter da interação intermolecular será, principalmente, os átomos presentes e a eletronegatividade destes. O ácido icosanóico (Figura 11) possui uma característica estrutural interessante. A porção demarcada na figura abaixo representa o grupo funcional ácido carboxílico presente nesta molécula, com a presença de dois átomos de oxigênio (um elemento muito eletronegativo) na “cabeça” desta molécula, o que confere a esta uma polaridade distinta. Devido à alta eletronegatividade do oxigênio podemos considerar a porção demarcada como sendo o polo negativo e o restante da molécula, um alcano de cadeia longa que é neutro, como o polo positivo. Este tipo de molécula é chamada molécula polar.



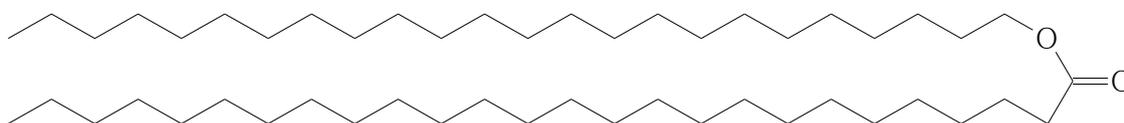
**Figura 11** - Estrutura molecular do ácido icosanóico

Em um extrato\* dos galhos da *Austroplenckia populnea* as moléculas de ácido icosanóico interagem entre si por meio desta diferença de polaridade, ou seja, o polo positivo atraindo o negativo e *vice versa*, de modo que as moléculas neste extrato fiquem arranjadas da seguinte forma (Figura 12).



**Figura 12** – Modelo eletrostático que representa a orientação de dipolos elétricos. Os pólos positivos e negativos são representados pelas cores amarela e vermelha, respectivamente. A letra grega delta também é usada para representar os pólos diferentes ( $\delta^+$ ;  $\delta^-$ ).

Este tipo de força intermolecular é denominado dipolo-dipolo, pois há uma atração eletrostática entre os diferentes pólos das moléculas. No tetracosanoato de tetracosila representado abaixo (Figura 13), há a possibilidade da existência desta interação do tipo dipolo-dipolo.



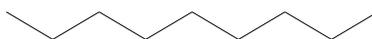
**Figura 13** – Estrutura do tetracosanoato de tetracosila

Os oxigênios do grupo funcional éster conferem àquela porção da molécula uma polaridade negativa e, conseqüentemente, a porção hidrocarboneto da molécula tem um caráter de polo positivo. Sendo assim, há uma interação entre os diferentes pólos.

Convém salientar que este tipo de interação dipolo-dipolo entre as moléculas destes compostos são muito mais fracas que a ligação covalente que une os átomos constituintes desta molécula.

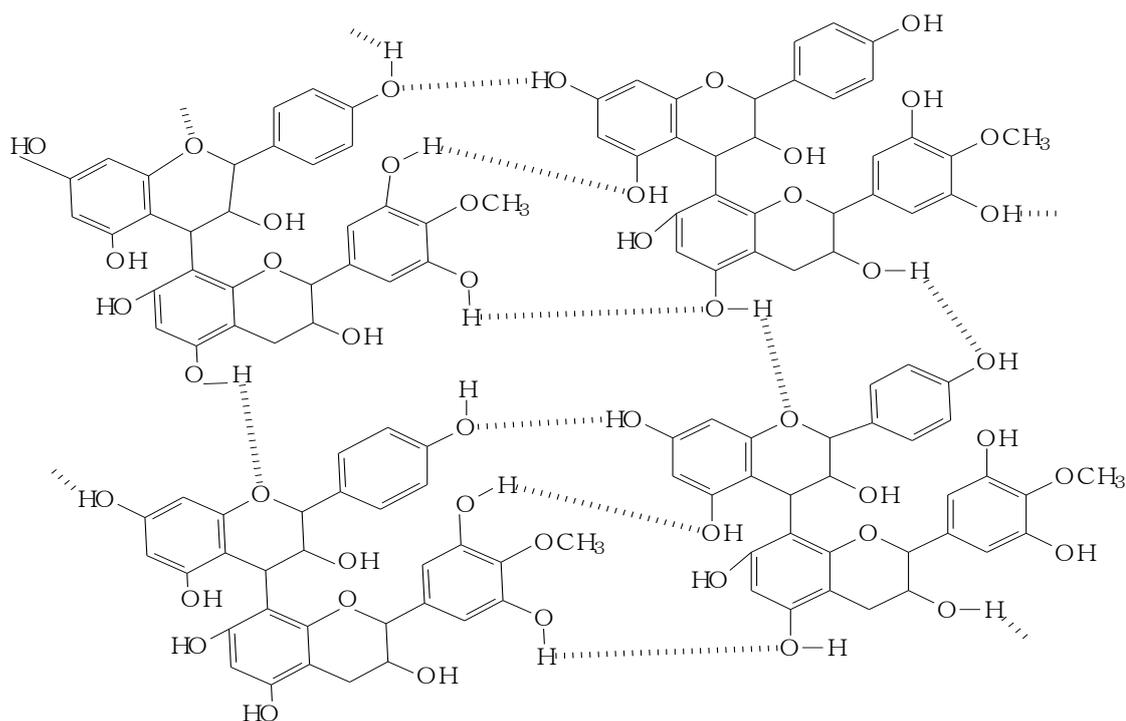
Vimos que, em moléculas chamadas polares, as interações intermoleculares presentes são do tipo dipolo-dipolo. Entretanto, existem moléculas que não apresentam essa diferença de polaridade, sendo chamadas apolares. Os hidrocarbonetos são um bom exemplo de moléculas apolares. Tomando o octano como exemplo (Figura 14), não observamos nenhum átomo com alta eletronegatividade, aparentemente esta molécula não possui pólos distintos. Contudo, os

elétrons no seu entorno estão em um constante movimento aleatório que faz com que, em determinados instantes, haja o aparecimento de pólos, que iremos denominar de momento de dipolo instantâneo. O rápido aparecimento destes pólos já é suficiente para que haja uma interação entre as moléculas de compostos apolares. Por possuir pólos instantâneos esse tipo de interação é mais fraca que a interação do tipo dipolo-dipolo e é denominada força de dispersão de London. Representamos o dipolo instantâneo dessas moléculas pela letra grega delta ( $\delta^+$ ;  $\delta^-$ ).



**Figura 14** – Estrutura do Octano

Existe um tipo de interação intermolecular chamado ligação de hidrogênio. O átomo de hidrogênio pode interagir com os pares de elétrons não ligantes de átomos muito eletronegativos como o flúor, oxigênio e o nitrogênio. Esses pares eletrônicos não ligantes criam um polo negativo e o hidrogênio, que possui baixa eletronegatividade, representa o polo positivo. Pode-se dizer que a ligação de hidrogênio é um tipo de interação dipolo-dipolo, contudo por envolver átomos de elevada eletronegatividade (F, O e N), esse tipo de força intermolecular é muito mais forte que a do tipo dipolo-dipolo.



**Figura 15** – Modelo da interação do tipo ligação de hidrogênio entre moléculas de Proantocianidina A.

Na figura 15, observamos um modelo que representa a interação intermolecular de moléculas de Proantocianidina A. Podemos notar a interação entre os átomos de hidrogênio e os de oxigênio dos grupos hidroxila e dos grupos cetona.

Conhecendo o tipo de interação existente entre estas moléculas podemos prever algumas das suas propriedades. Sabendo que as interações do tipo ligação de hidrogênio são muito fortes, devido à presença de átomos de alta eletronegatividade, o que podemos prever sobre o estado físico à temperatura ambiente (25°C) dessa substância e suas temperaturas de fusão e ebulição?

Estas são as principais interações intermoleculares. Conhecendo estas características é possível prever uma série de propriedades e comportamentos reacionais que podem vir a ser importantes para quando se quer, por exemplo, extrair determinado composto de interesse fitoterápico ou industrial de uma planta.

As substâncias apresentadas anteriormente são denominadas metabólitos secundários\*. Diferente dos metabólitos primários\*, que são os “tijolos” da formação da planta, estas substâncias são produtos e subprodutos de inúmeras reações que ocorrem no interior da célula vegetal. Estes compostos não parecem ter função direta no crescimento e desenvolvimento da planta, contudo, protegem as plantas contra herbivoria e infecção por microorganismos patogênicos\*; servem como atrativos para animais polinizadores\* (odor, cor ou sabor) e dispersores de sementes além de exercer outras funções na ecologia vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O interesse nestes metabólitos vem do uso que estes podem ter como medicamentos, aromas naturais, dentre outros. Para se extrair estes compostos da célula vegetal são utilizados solventes orgânicos ou água.

Usando o seu conhecimento sobre as funções orgânicas e suas propriedades e as interações intermoleculares que estas podem realizar, explique como este solvente interage com os compostos e como ocorre o arraste do mesmo para fora da célula. Explique porque o uso de diferentes solventes irá proporcionar uma melhor extração.

### 3 - MATERIAL DO PROFESSOR (MP):

Prezado professor, este material apresenta orientações acerca da melhor forma de abordar os textos presentes no material do aluno (MA). É importante lembrar que o material do aluno foi elaborado com o propósito de ser usado como um material alternativo, que utiliza a contextualização com o tema da fitoquímica, para abordar alguns aspectos da química orgânica do 3º ano do Ensino Médio. Sendo assim, tem-se, como pressuposto, que os alunos já estudaram assuntos como: propriedades periódicas, ligações química, soluções, etc. No fim do material do professor está um glossário com o significado de algumas palavras em destaque no MA.

Nos textos presentes no MA são abordados os temas de funções orgânicas e de interações intermoleculares. Posteriormente, é apresentada uma questão problema que relaciona os dois assuntos.

No texto abaixo é introduzido o assunto de funções orgânicas no MA, ele apresenta ao aluno a fitoquímica enquanto ciência e discorre sobre sua importância na nossa sociedade.

#### 3.1 – ATIVIDADES: FUNÇÕES ORGÂNICAS

*MP: O professor pode se sentir livre para escolher a melhor forma de apresentar o texto aos seus alunos. O trabalho de Mortimer - Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino (MORTIMER; SCOTT, 2002), apresenta uma ferramenta para se avaliar os tipos de interações professor-aluno que ocorrem durante a construção do conhecimento, no plano social das salas de aula. Este material pode auxiliar o professor sobre qual será a melhor abordagem para a condução das discussões ao longo do texto.*

**MA: Quantas vezes não ouvimos sobre o quanto a química esta presente no nosso dia-a-dia? Esta ciência é de vital importância para o homem, uma vez que estuda as propriedades e a constituição da matéria.**

**Um ramo importante da química (e também da biologia) é a chamada Fitoquímica. Esta área da química tem como objetivo estudar os compostos químicos presentes nas plantas, bem como isolar princípios ativos de medicamentos fitoterápicos e ainda substâncias responsáveis por odores e pigmentos nas diversas plantas.**

*MP: Neste ponto o professor pode questionar se os seus alunos tinham conhecimento dessas informações, se eles sabiam, por exemplo, que muitos medicamentos possuem princípios ativos extraídos de plantas. Exemplos destes são: a morfina, atropina, cafeína, digoxina, etc.*

**MA: As moléculas que compõem as plantas e também outros seres vivos são constituídas, essencialmente, de átomos de Carbono (C), Hidrogênio (H), Oxigênio (O) e Nitrogênio (N). Estas são chamadas moléculas orgânicas e podem ser classificadas de acordo com a sua função orgânica.**

*MP: Durante ou após a leitura do texto é interessante o professor retomar com os alunos sobre os principais átomos constituintes das moléculas orgânicas, e suas características, tais como eletronegatividade, número de elétrons na camada de valência, tipo de ligação passível a realizar. Essa abordagem pode ser importante para que os alunos revejam esses conhecimentos prévios que são importantes para entender algumas propriedades das funções orgânicas.*

**MA: Dá-se o nome função orgânica a determinado átomo ou grupo de átomos que, ligados a uma molécula, conferem a esta, propriedades físico-químicas características. O grupo que caracteriza uma função orgânica é chamado grupo funcional e nesta porção da molécula ocorre a maioria de suas reações. Portanto, essa é a parte que determina as propriedades químicas do composto (SOLOMONS; FRYHLE, 2000). Muitas dessas funções são responsáveis, por exemplo, pelo princípio ativo de medicamentos e da cor característica de determinado pigmento natural (COUTO *et al.*, 1997).**

**As principais funções orgânicas são divididas em: Hidrocarboneto, Álcool, Cetona, Éster, Éter, Aldeído, Ácido Carboxílico, Fenol, Amina e Amida.**

*MP: O professor pode voltar a salientar a importância destas características e relacioná-las às características atômicas, como a eletronegatividade e número de elétrons de valência.*

Para fins didáticos, o texto a seguir será dividido em partes, de acordo com a função orgânica abordada. No MA, o mesmo é apresentado de maneira uniforme.

### 3.1.1 - A FITOQUÍMICA DA MANGABEIRA – BRAVA:



**Figura 1** – Mangabeira brava. (Fonte: Disponível em: <<http://zeus.qui.ufmg.br/~neplam/austroplenckia.htm>> Acesso em: 04 de junho de 2012).

**MA: A *Austroplenckia populnea*, popularmente conhecida como mangabeira–brava, marmelo do campo e mangabarana é encontrada nas regiões de cerrado, principalmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás (DUARTE, 2000).**

*MP: Caso haja a possibilidade, o professor pode desenvolver um trabalho interdisciplinar envolvendo as disciplinas de biologia e geografia, afim de uma abordagem mais completa e que possa contextualizar de forma coerente a temática proposta.*

*A família da espécie *Austroplenckia populnea* é a chamada *Celastraceae*, que se distribui essencialmente nas zonas tropicais e subtropicais. Esta família inclui cerca de 50 gêneros e*

1000 espécies. No Brasil, há ocorrência de 17 gêneros e aproximadamente 100 espécies, que se espalham em diferentes tipos de vegetação (SOUZA; LORENZI, 2005).

O interesse econômico na família Celastraceae se deve à possibilidade do uso de algumas espécies como fitoterápicos (SOUZA; LORENZI, 2005). Além da *Austroplenckia populnea*, a espinheira santa (*Maytemus ilicifolia*), que também pertence a esta família é usada como fitoterápico.

**MA: A madeira da mangabeira-brava é de bastante interesse para a carpintaria e a marcenaria, principalmente pela indústria vimínia\*, pois é bastante resistente e adequada para trabalhos de torneamento.**

O interesse no estudo fitoquímico dessa espécie está associado às atividades fitoterapêuticas apresentadas por ela, principalmente na atividade anti-reumática\*, antitumoral\* (tratamento do câncer de pele), antidisintérico\* e ação curativa em feridas na pele. Muitas dessas propriedades são derivadas da presença de determinados compostos em seu extrato. Infelizmente, o desmatamento descontrolado e as queimadas têm colocado em risco de extinção diversas espécies nativas do cerrado brasileiro, entre elas a *Austroplenckia populnea* (DUARTE, 2000). (Disponível em: <<http://zeus.qui.ufmg.br/~neplam/austroplenckia.htm>> Acesso em: 04 de junho de 2012).

*MP: Nesta etapa, o professor pode questionar junto aos alunos seus conhecimentos acerca do desmatamento e das conseqüências que esta prática pode ter sobre o meio ambiente e o solo da região.*

*Caso haja situação adequada, o professor pode trabalhar juntamente com outras disciplinas, como por exemplo, biologia e geografia, para tratar o tema do desmatamento e as espécies desmatadas sobre diferentes pontos de vista. Este tipo de abordagem pode favorecer o aprendizado do aluno e o seu desenvolvimento enquanto cidadão crítico, conforme especificado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1999).*

### 3.1.2 - FUNÇÃO HIDROCARBONETO:

**MA:** Em uma espécie como a *Austroplenckia populnea* é possível encontrar compostos constituídos de diversas funções orgânicas. Em um extrato feito com os galhos e raízes da mangabeira é encontrada uma mistura de hidrocarbonetos dentre outros compostos. Os hidrocarbonetos não possuem um grupo funcional característico, estes são caracterizados pela presença de ligações carbono-carbono (C-C) e carbono-hidrogênio (C-H) (SOLOMONS; FRYHLE, 2000). Um exemplo típico de mistura de hidrocarbonetos é a parafina, tipo de cera utilizada na fabricação de velas. Um dos hidrocarbonetos presentes na parafina é o undecano (Figura 2).

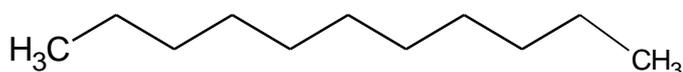
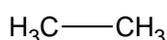


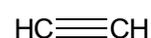
Figura 2 – Estrutura do undecano, hidrocarboneto de aspecto "ceroso"

As propriedades físicas e químicas dos hidrocarbonetos variam de acordo com o tipo de ligação e da estrutura da molécula. Quanto às ligações carbono-carbono do hidrocarboneto são:

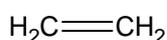
- Simples, são chamados de Alcanos;



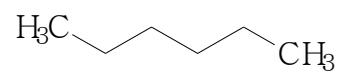
- Triplas, são chamados de Alcinos;



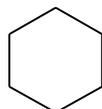
- Duplas, são chamados de Alcenos;



Quanto à estrutura, esses compostos podem ser classificados em cíclicos e acíclicos.



**Estrutura do Pentano (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>)  
(um hidrocarboneto acíclico)**



**Estrutura do Ciclohexano (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>)  
(um hidrocarboneto cíclico)**

*MP: O uso de modelos de bolas e bastões pode auxiliar professor e aluno no processo de ensino e de aprendizagem e ao aluno, a visualização do arranjo tridimensional dos compostos. O desenvolvimento desta habilidade vai auxiliar o aluno em outros conteúdos da química e também em outras disciplinas escolares, como geometria, desenho e física.*

*Prezado professor, abaixo seguem algumas sugestões de leitura na área de modelo e modelagem que vão servir de auxílio teórico no uso destes como ferramenta didática em sala de aula.*

*- JUSTI, R. La Ensenanza de Ciencias Basada en la Elaboracion de Modelos. **Ensenanza de las ciencias**. Issue 2, v.24, p.11, 2006, onde a autora a fim de diminuir a ênfase no ensino baseado na transmissão de conhecimentos, discute uma proposta de ensino baseada na elaboração de modelos. Processo o qual o aluno poderá compreender a natureza da ciência e como se dá a evolução do conhecimento científico, assim como saber relacionar e usar de forma crítica o conhecimento em diferentes situações relacionadas à ciência.*

*- MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem - Parte I. **Educacion Química**. Issue 3, v.20, p.11, 2009, onde as autoras discutem sobre o ensino de ligação iônica por meio do uso de modelagem.*

*- MOZZER, N. B.; QUEIROZ, A. D. S.; JUSTI, R. D. S. **Introdução ao tema de interações intermoleculares via modelagem**: Anais do ENPEC 2007. VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 2007, onde os autores apresentam uma proposta de ensino baseada em modelagem para o tema de interações intermoleculares.*

O tetracosanoato de tetracosila (Figura 3) é um dos compostos isolados a partir do extrato dos galhos e raízes da mangabeira.



Figura 3 – Estrutura do tetracosanoato de tetracosila

*MP: É importante destacar, neste ponto, as propriedades físicas que grupos substituintes podem conferir ao composto. Esta atividade aborda as funções orgânicas de maneira diferenciada, não mais como uma memorização sistemática de conceitos, mas sim como a compreensão da relação entre estrutura e propriedade de determinado composto. Apresente um quadro com a solubilidade de alguns hidrocarbonetos em diferentes solventes. Na tabela 1, encontrada no final deste item do material do professor, foi apresentada a solubilidade de alguns compostos.*

### 3.1.3 - FUNÇÃO ÁLCOOL:

**MA: Compostos que possuem a ligação carbono–hidroxila (um átomo de oxigênio ligado a um átomo de hidrogênio), são denominados álcoois, e o grupo funcional -OH caracteriza esta função orgânica (SOLOMONS; FRYHLE, 2000).**

O Dulcitol (Figura 4) é um álcool, um poliálcool. Este também é outro composto que pode ser isolado dos galhos e raízes da mangabeira.

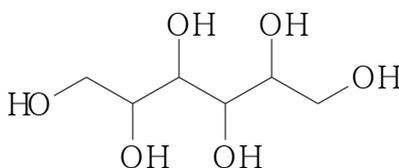
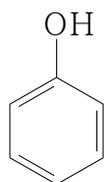


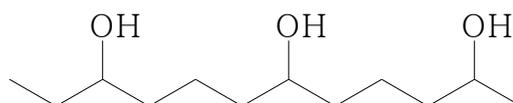
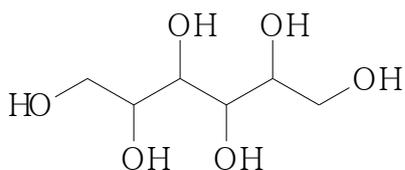
Figura 4 – Estrutura do dulcitol

*MP: Os alcoóis são um grupo de compostos que possuem importância na sociedade atual. Ao fazer essa relação com os alunos este assunto torna-se mais próximo do seu dia-a-dia. O exemplo do etanol e do metanol pode ser usado, para ilustrar um pouco a importância destes compostos.*

**MA: Os alcoóis podem ser classificados em relação ao número e posição das hidroxilas. Indicamos o número de funções álcool presente em uma molécula acrescentando o prefixo mono, di, tri, antes do nome álcool, para uma, duas, três, funções álcool, respectivamente. O prefixo *poli* é usado para dar nome a substâncias com mais de três funções álcool presente na molécula. Quando o grupo –OH está ligado a um benzeno ou aromático de estrutura cíclica, conforme o composto a seguir, este são denominados fenóis.**

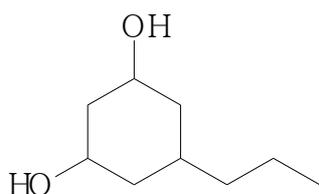


**Dentre os compostos abaixo, marque com o número 2 o diol, 3, o triol e 4, o poliol:**



*R: 3 hidroxilas - triol*

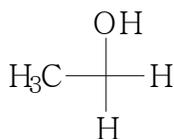
*R: 6 hidroxilas - poliol*



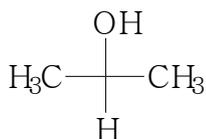
*R: 2 hidroxilas - diol*

MP: Prezado professor na atividade acima, o aluno deve ser capaz de reconhecer os grupos hidroxila presentes nos compostos e classificá-los de acordo com o número de grupos funcionais presentes na molécula.

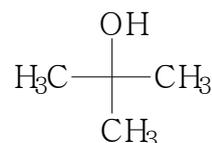
MA: Os alcoóis também são classificados de acordo com o grau de substituição do carbono ao qual a hidroxila esta ligada. Por exemplo, se o carbono ligado à hidroxila está ligado a apenas outro carbono, este é chamado de carbono primário e é, portanto um álcool primário. Se o carbono ligado a hidroxila estiver ligado a mais dois átomos de carbono, este é denominado carbono secundário e é um álcool secundário, o mesmo se procede para o carbono terciário (SOLOMONS; FRYHLE, 2000). O esquema abaixo representa esta classificação.



**Etanol: um álcool primário.**

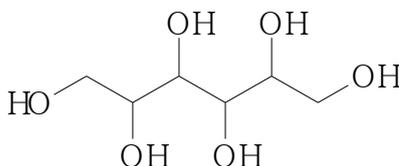


**Propanol: um álcool secundário.**



**Butanol: um álcool terciário.**

**Classifique os carbonos presentes no Dulcitol de acordo com seu grau de substituição.**



*MP: Na atividade acima o aluno deve ser capaz de reconhecer os carbonos ligados ao grupo hidroxila e o número de substituintes ligados a estes carbonos, para, assim, classificá-lo de acordo com sua substituição.*

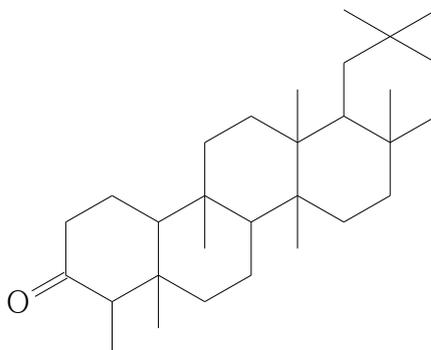
*Para o exemplo do exercício anterior possui hidroxilas nos carbonos: 1, 2, 3, 4, 5, 6.  
Carbono primário: 1, 6*

*Carbono secundário: 2, 3, 4, 5*

*Carbono terciário: não possui*

### 3.1.4 - FUNÇÃO CETONA:

**MA: Outro composto que foi isolado das raízes e galhos da *Austroplenckia populnea* é a friedelina (Figura 5).**



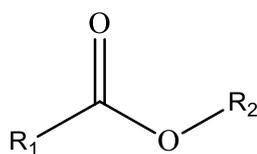
**Figura 5 – Estrutura da friedelina**

**Este composto pertence à classe dos triterpenos pentacíclicos. Esta classe de substância é muito encontrada em plantas, especialmente coníferas (cedro, araucária, etc.). O átomo de oxigênio deste composto está ligado ao átomo de carbono por meio de uma ligação dupla (C=O). Este grupo funcional é denominado cetona (SOLOMONS; FRYHLE, 2000).**

MP: Caro professor, o uso de programas para criar modelos 3D de moléculas maiores pode ser uma ferramenta útil para auxiliar o aluno na visualização da estrutura do composto bem como do grupo funcional em estudo (Chemsketch).

### 3.1.5 - FUNÇÃO ÉSTER:

MA: Outra importante função orgânica presente em compostos que podem ser isolados de vegetais são os Ésteres. Essa função é caracterizada pelo grupo funcional R'COOR''



Grupo funcional éster

Em diversos compostos orgânicos é possível observar a presença de um ou mais grupos funcionais diferentes. A dispermoquinona (Figura 6) possui três funções orgânicas distintas. Identifique seus grupos funcionais:

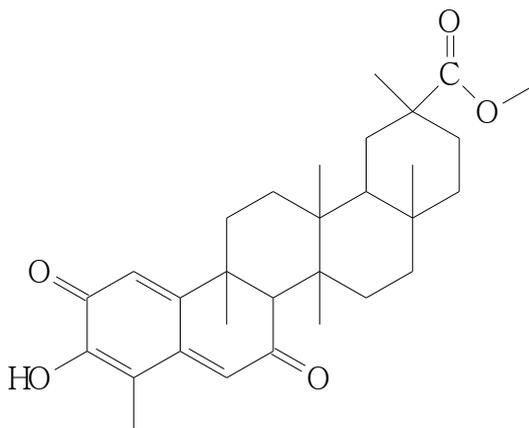
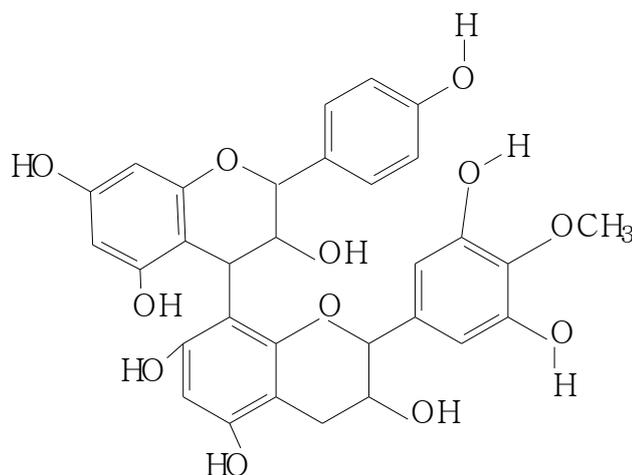


Figura 6 – Estrutura da dispermoquinona.

*MP: Professor, a questão acima visa averiguar a compreensão do aluno sobre a existência de diferentes funções orgânicas no mesmo composto. Destaque com os alunos as características de cada grupo funcional presente e tenha como foco as implicações destes grupos sobre as propriedades físico-químicas do composto.*

### 3.1.6 - FUNÇÃO ÉTER:

Substâncias que possuem um átomo de oxigênio ligado a dois grupos alquila (hidrocarboneto) são denominadas Éteres (SOLOMONS; FRYHLE, 2000). A partir de um extrato dos galhos da mangabeira é possível isolar compostos que possuam, além de outras funções orgânicas, a função éter (DUARTE, 2000). A proantocianidina A (Figura 7) é uma substância presente nos galhos da mangabeira que possui a função éter, dentre outras funções.

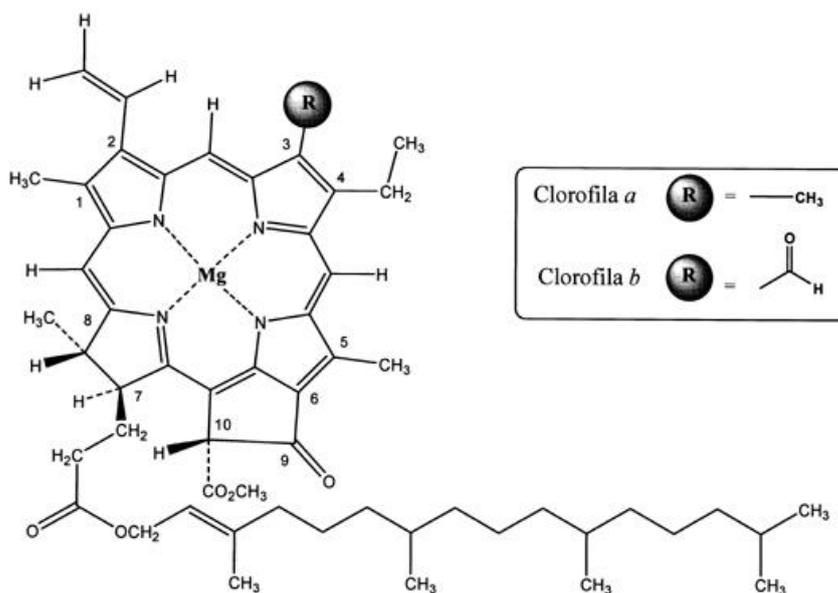


**Figura 7 – Estrutura da proantocianidina A.**

*MP: O composto acima apresenta outras funções além da função éter. Destaque com os alunos a função éter presente neste composto e faça relações da sua estrutura com suas propriedades físicas. Peça para que eles identifiquem as funções presentes neste composto.*

### 3.1.7 - FUNÇÃO ALDEÍDO:

**MA:** Um importante grupo funcional são os aldeídos (RCOH). Este está presente numa molécula de vital importância para as plantas, a clorofila (Figura 8), mais especificamente, os tipos de clorofila denominados Clorofila b e a Clorofila d. Estes compostos são os responsáveis pela conversão da energia solar em energia química por meio da fotossíntese.



**Figura 8 - Estrutura da clorofila (STREIT et al., 2005)**

*MP: Assim como em outras partes do MA, este exemplo cria uma boa situação para que, havendo as possibilidades, haja um trabalho interdisciplinar entre química e biologia.*

### 3.1.8 - FUNÇÃO ÁCIDO CARBOXÍLICO:

Os ácidos carboxílicos podem ser encontrados em diversas espécies vegetais, incluindo *Austroplenckia populnea*. O grupo funcional característico desta função orgânica é o RCOOH (Figura 9). Este grupo é chamado de grupo funcional carboxila (carbonila + hidroxila) (SOLOMONS; FRYHLE, 2000).

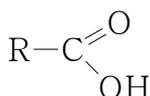


Figura 9 - Grupo funcional ácido carboxílico

Do extrato dos galhos da *Austroplenckia populnea* é possível isolar alguns compostos que possuem a função ácido carboxílico. Dentre estes, o ácido populnônico (Figura 10).

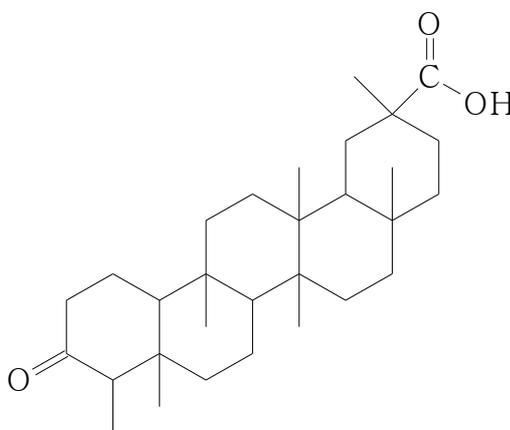


Figura 10 - Estrutura do ácido populnônico

**Vimos, anteriormente, algumas das principais funções orgânicas e como estas estão presentes em compostos encontrados em plantas. Muitos destes compostos são importantes para a sociedade na obtenção de medicamentos, pigmentos, etc, e suas propriedades são devidas à presença de determinados grupos funcionais.**

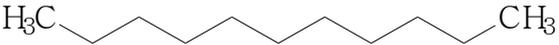
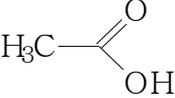
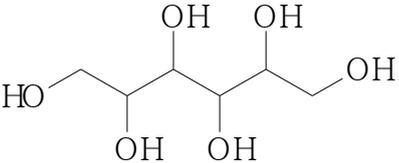
**Além das funções discutidas anteriormente, existem outras que também são importantes e estão presentes em grande número nas plantas.**

**É possível perceber então, o quanto a Fitoquímica pode ser importante para a sociedade, desenvolvendo novos medicamentos e materiais a partir de substâncias extraídas das plantas. Muitos medicamentos encontrados nas farmácias e drogarias atualmente possuem seu princípio ativo devido a substâncias extraídas das plantas.**

*MP: Apresente a tabela 1 aos alunos e pergunte se eles conseguem explicar o fato do undecano e o ciclohexano serem solúveis em clorofórmio (apresentar a estrutura deste) e não serem em água. Possivelmente eles irão associar o fato à presença de átomos iguais ou grupos funcionais semelhantes à solubilidade.*

*Explique que a solubilidade depende dos grupos funcionais, pois eles poderão interagir de alguma forma com o grupo funcional semelhante na outra molécula. Como o conteúdo de interações intermoleculares é apresentado após esta primeira atividade, restrinja a explicação à presença dos grupos funcionais.*

Tabela 1: Solubilidade de alguns compostos em diferentes tipos de solventes.

Composto	Estrutura Molecular	Solúvel em água	Solúvel em clorofórmio ( $CHCl_3$ )
Undecano		Não	Sim
Ciclohexano		Não	Sim
Ácido acético		Sim	Não
Dulcitol		Sim	Não

Apresente alguns compostos isolados da Mangabeira (DUARTE, 2000) e peça aos alunos que preveja sua solubilidade nos solventes apresentados no quadro acima.

## 3.2 - ATIVIDADE 2: INTERAÇÕES INTERMOLECULARES.

Prezado professor, o material abaixo tem por objetivo, apresentar informações adicionais sobre a melhor forma de utilizar os textos a seguir. O tema de interações intermoleculares é muito importante na química, a partir dele explicamos características físico-químicas dos compostos dentre outras propriedades.

### 3.2.1 - CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS:

Além de ser um conteúdo muito abstrato, a literatura aponta para outras dificuldades de aprendizado dos estudantes para este tema (FERNANDEZ; MARCONDES, 2006) e (PETERSON; TREAGUST, 1989). Os autores citados anteriormente destacam as chamadas concepções alternativas dos alunos no conteúdo de ligações químicas e interações intermoleculares.

Segundo Nakleh (1992), concepção alternativa é qualquer conceito, cujo significado e ou compreensão seja diferente daquela significação científica que é habitualmente aceita para o mesmo termo. Levando em conta que os estudantes são construtores do seu conhecimento (GABEL *et al.*, 1987, WITROCK, 1978 *apud* (NAKHLEH, 1992), durante a sua instrução os sujeitos que aprendem, desenvolvem seus próprios sentidos para determinado conceito, baseando-se em seus conhecimentos, atitudes e habilidades prévios e em sua experiência.

O estudante utiliza dois tipos de informação para construir seus conceitos. Uma delas vem das escolas, por meio de textos e das aulas; a outra advém das suas experiências cotidianas, dos pais, colegas, informações de comerciais e dos significados cotidianos dado aos termos científicos.

Sendo assim, é importante que o professor esteja atento a estas concepções para que, quando vá planejar suas aulas, desenvolva uma didática que leve em consideração as idéias prévias dos alunos para, assim, poder guiá-los na transposição do seu conhecimento cotidiano em conhecimento científico de forma coerente e que não favoreça o desenvolvimento de concepções alternativas.

A literatura tem apontado para uma concepção alternativa comum ao conteúdo de interações intermoleculares. As forças intermoleculares frequentemente são confundidas com as ligações covalentes, não sendo levada em conta a diferença enorme na magnitude das duas forças (PETERSON; TREAGUST, 1989), (NAKHLEH, 1992). Os estudantes acreditam que durante a ebulição da água o que estão sendo rompidas são ligações químicas interatômicas e não as forças intermoleculares do sistema.

### 3.2.2 – INTERAÇÕES INTERMOLECULARES:

**MA:** Na última atividade, vimos alguns dos compostos presentes na *Austroplenckia populnea* e aprendemos a identificar algumas funções orgânicas presentes em suas estruturas. Contudo, não discutimos sobre as propriedades físico-químicas destas substâncias, como, por exemplo, qual o motivo de um composto ter maior temperatura de fusão e de ebulição que outro.

*MP:* O parágrafo anterior pode ser introduzido de forma oral questionando os alunos com perguntas como: O tamanho de determinado hidrocarboneto influencia no estado físico que este se encontra à temperatura ambiente? O fato de um composto possuir moléculas de oxigênio em sua estrutura influencia sua solubilidade ou temperaturas de fusão e ebulição?

**MA:** Os grupos funcionais presentes nas moléculas orgânicas (como as encontradas em *Austroplenckia populnea*) conferem a estas, certas características físico-químicas. Estas moléculas não são encontradas de forma isolada. Elas existem em grande número e interagem entre si, ou seja, fazem interações intermoleculares. As moléculas interagem com aquelas que são iguais ou diferentes dela.

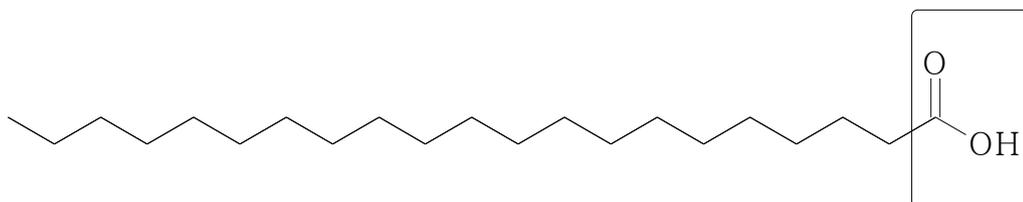
Esse tipo de interação não pode ser confundido com as ligações químicas que são forças de ligações interatômicas (entre átomos), que têm, portanto, características e propriedades distintas. As interações intermoleculares conferem às moléculas propriedades importantes como a temperaturas de fusão e de ebulição.

*MP:* O professor pode fazer o uso de modelos para conduzir o aluno à construção de um conhecimento cientificamente coerente do que são as forças intermoleculares. Para isso

podemos questionar os alunos sobre como eles pensam que as moléculas interagem entre si. Os alunos podem fazer modelos usando gestos, desenhos, dentre outras formas. O professor pode utilizar modelos com bolas e bastões ou pedir para que os alunos usem esse recurso para lhe explicar como ocorrem as interações intermoleculares.

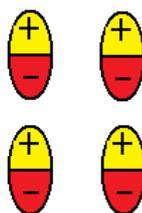
**MA: Diferentemente de uma ligação química, em uma interação intermolecular não há uma relação de compartilhamento ou perda/ganho de elétrons entre as espécies.**

O que irá determinar o caráter da interação intermolecular serão, principalmente, os átomos presentes e a eletronegatividade destes. O ácido icosanóico (Figura 11) possui uma característica estrutural interessante. A porção demarcada na figura abaixo representa o grupo funcional ácido carboxílico presente nesta molécula, mas, além disto, a presença de dois átomos de oxigênio (um elemento muito eletronegativo) na “cabeça” desta molécula confere a esta uma polaridade distinta. Devido à alta eletronegatividade do oxigênio podemos considerar a porção demarcada como sendo o polo negativo e o restante da molécula, um alcano de cadeia longa que é neutro, como o polo positivo. Este tipo de molécula é chamada molécula polar.



**Figura 11 - Estrutura molecular do Ácido Icosanóico**

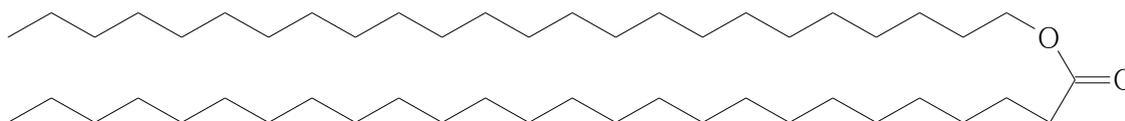
Em um extrato dos galhos da *Austroplenckia populnea* as moléculas de ácido icosanóico interagem entre si por meio desta diferença de polaridade, ou seja, o polo positivo atraindo o negativo e *vice versa*, de modo que as moléculas neste extrato fiquem arranjadas da seguinte forma (Figura 12).



**Figura 12 – Modelo eletrostático que representa a orientação de dipolos elétricos. Os pólos positivos e negativos são representados pelas cores amarela e vermelha, respectivamente. A letra grega delta também é usada para representar os pólos diferentes ( $\delta+$ ;  $\delta-$ ).**

*MP: A analogia com os pólos de um imã para explicar este modelo pode facilitar a compreensão dos alunos. Caso seja possível o professor pode levar para a sala de aula imã para ilustrar os fenômenos de atração e repulsão.*

**Este tipo de força intermolecular é denominado dipolo-dipolo, pois há uma atração eletrostática entre os diferentes pólos das moléculas. No tetracosanoato de tetracosila representado abaixo (Figura 13), há a possibilidade da existência desta interação do tipo dipolo-dipolo.**



**Figura 13 – Estrutura do tetracosanoato de tetracosila**

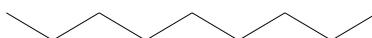
**Os oxigênios do grupo funcional éster conferem àquela porção da molécula uma polaridade negativa e, conseqüentemente, a porção hidrocarboneto da molécula tem um caráter de polo positivo. Sendo assim, há uma interação entre os diferentes pólos.**

**Convém salientar que este tipo de interação dipolo-dipolo entre as moléculas destes compostos são muito mais fracas que a ligação covalente que une os átomos constituintes desta molécula.**

*MP: O ponto chave que deve ser discutido com os alunos são as características que conferem aos átomos diferentes valores de eletronegatividade. O professor pode utilizar o modelo de Lewis para representar os átomos e os pares de elétrons ligantes e não ligantes. Neste ponto o professor deve destacar que o fato do oxigênio possuir elétrons não ligantes na sua camada de valência faz com que a nuvem eletrônica, ou seja, a densidade de probabilidade de se encontrar o elétron, seja maior em posições próximas ao átomo de oxigênio do que aos átomos de carbono da cadeia de hidrocarbonetos.*

*Pelo fato de os exemplos anteriores só apresentarem átomos de oxigênio, o professor deve apresentar aos alunos demais elementos que apresentem eletronegatividade significativa. Como por exemplo, aqueles que estão imediatamente antes e depois do oxigênio na escala de eletronegatividade (Nitrogênio e Flúor).*

**MA: Vimos que, em moléculas chamadas polares, as interações intermoleculares presentes são do tipo dipolo-dipolo. Entretanto, existem moléculas que não apresentam essa diferença de polaridade, sendo chamadas apolares. Os hidrocarbonetos são um bom exemplo de moléculas apolares. Tomando o octano como exemplo (Figura 14), não observamos nenhum átomo com alta eletronegatividade, aparentemente esta molécula não possui pólos distintos. Contudo, os elétrons no seu entorno estão em um constante movimento aleatório que faz com que, em determinados instantes, haja o aparecimento de pólos, que iremos denominar de momento de dipolo instantâneo. O rápido aparecimento destes pólos já é suficiente para que haja uma interação entre as moléculas de compostos apolares. Por possuir pólos instantâneos esse tipo de interação é mais fraca que a interação do tipo dipolo-dipolo e é denominada força de dispersão de London. Representamos o dipolo instantâneo dessas moléculas pela letra grega delta ( $\delta^+$ ;  $\delta^-$ ).**



**Figura 14 – Estrutura do octano**

MP: O professor deve destacar que, apesar de este tipo de interação ser mais fraca que a do tipo dipolo-dipolo, esta aumenta com o tamanho da cadeia de átomos de carbono, devido à maior área de interação existente entre as moléculas. O uso de modelos, como o de bolas e varetas pode facilitar a visualização do efeito que o tamanho da cadeia exerce sobre a força da interação.

MA: Existe um tipo de interação intermolecular chamado ligação de hidrogênio. O átomo de hidrogênio pode interagir com os pares de elétrons não ligantes de átomos muito eletronegativos como o flúor, oxigênio e o nitrogênio. Esses pares eletrônicos não ligantes criam um polo negativo e o hidrogênio, que possui baixa eletronegatividade, representa o polo positivo. Pode-se dizer que a ligação de hidrogênio é um tipo de interação dipolo-dipolo, contudo por envolver átomos de elevada eletronegatividade (F, O e N) esse tipo de força intermolecular é muito mais forte que a do tipo dipolo-dipolo.

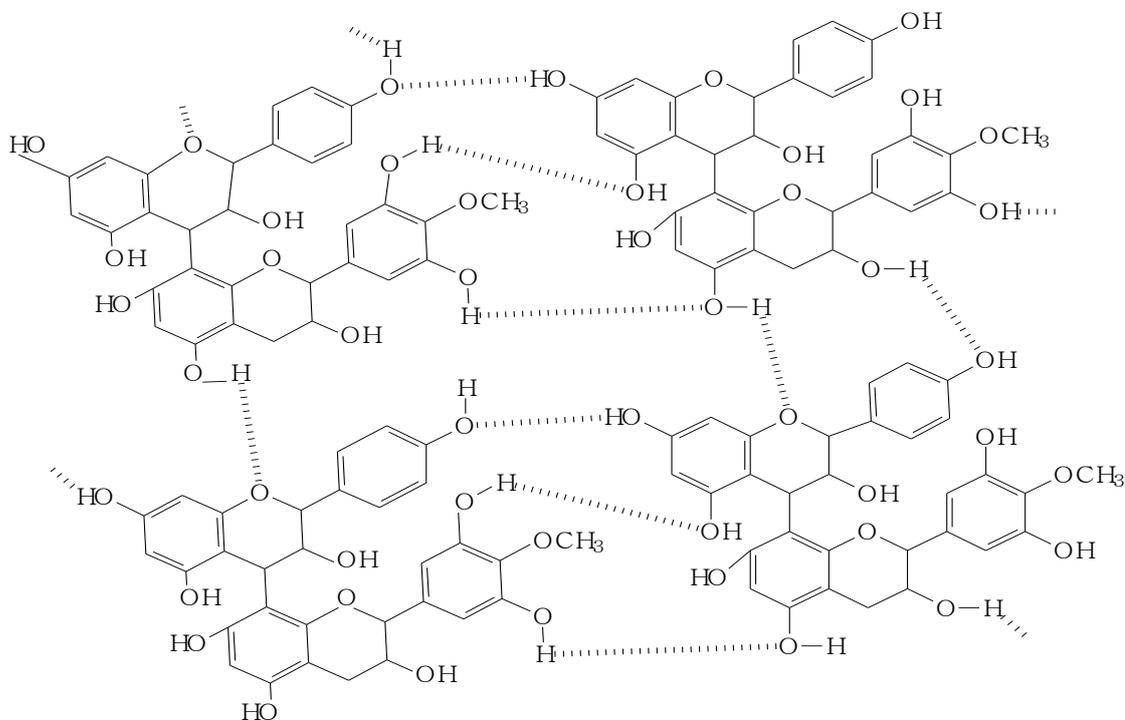


Figura 15 – Modelo da interação do tipo ligação de hidrogênio entre moléculas de Proantocianidina A.

*MP: Por ser uma molécula muito grande e complexa, o uso de programas que proporcionam o recurso de representá-las em 3 dimensões, como o ChemSketch por exemplo, pode auxiliar para uma melhor visualização desta interação.*

**MA: Na figura 15 acima, observamos um modelo que representa a interação intermolecular entre moléculas de Proantocianidina A. Podemos notar a interação entre os átomos de hidrogênio e os oxigênios dos grupos hidroxila e dos grupos cetonas. Conhecendo o tipo de interação existente entre estas moléculas podemos prever algumas das suas propriedades. Sabendo que as interações do tipo ligação de hidrogênio são muito fortes, devido a presença de átomos de alta eletronegatividade, o que podemos prever sobre o estado físico à temperatura ambiente (25°C) dessa substância e a magnitude de suas temperaturas de fusão e ebulição?**

*MP: A proantocianidina A foi caracterizada como sendo um sólido marrom amorfo, que possui temperatura de fusão de 230°C. (DUARTE, 2000)*

**MA: Estas são as principais interações intermoleculares, conhecendo estas características é possível prever uma série de propriedades e comportamentos reacionais que podem vir a ser importantes para quando se quer, por exemplo, extrair determinado composto de interesse fitoterápico ou industrial de uma planta.**

### 3.2.3 – QUESTÃO CHAVE:

**As substâncias apresentadas anteriormente são denominadas metabólitos secundários. Diferente dos metabólitos primários que são os tijolos da formação da planta, estas substâncias são produtos e subprodutos de inúmeras reações que ocorrem no interior da célula vegetal. Estes compostos não parecem ter função direta no crescimento e desenvolvimento da planta, contudo, protegem as plantas contra herbivoria e infecção por microorganismos patogênicos; servem como atrativos para animais polinizadores (odor, cor ou sabor) e dispersores de sementes além de exercer outras funções na ecologia vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2004).**

**O interesse nestes metabólitos vem do uso que estes podem ter como medicamentos, aromas naturais, dentre outros. Para se extrair estes compostos da célula vegetal são utilizados solventes orgânicos ou água.**

**Usando o seu conhecimento sobre as funções orgânicas e suas propriedades e as interações intermoleculares que estas podem realizar, explique como este solvente interage com os compostos e como ocorre o arraste do mesmo para fora da célula. Explique porque o uso de diferentes solventes irá proporcionar uma melhor extração.**

*MP: O fechamento apresentado no material do aluno, trás o ponto chave na contextualização com o tema da fitoquímica. A questão acima tem o objetivo de verificar se os alunos realmente compreenderam as propriedades e características das funções orgânicas apresentadas e as características das interações intermoleculares que podem existir entre estes compostos.*

*Para um debate completo com alunos da questão acima, serão apresentados alguns fundamentos teóricos que irão auxiliá-lo para uma melhor condução e desenvolvimento desta discussão.*

*Caso o professor julgue necessário, ele pode apresentar aos alunos como o processo de extração é realizado e os diferentes solventes que são utilizados. O processo de extração consiste nos seguintes procedimentos: Os galhos ou raízes da planta são submetidos a um processo de moagem, até que seja reduzida à serragem. Esta serragem é exposta aos diferentes solventes por aproximadamente 8 dias, esta etapa é denominada maceração. Após esse tempo, o sistema (solvente + serragem) é filtrado, a “torta”, material que fica retido no filtro passa novamente pelo processo de maceração, sendo utilizado outro solvente. São utilizados diferentes solventes, que possuem polaridades distintas, a fim de se obter uma melhor extração dos metabólitos presentes na planta. Para a extração dos metabólitos da mangabeira, foram utilizados os seguintes solventes, em ordem crescente de polaridade: hexano, clorofórmio, acetato de etila e etanol.*

*O professor pode escolher a melhor forma de os alunos responderem esta questão. O objetivo é que os alunos consigam relacionar a polaridade dos compostos intracelulares (metabólitos) e dos solventes utilizados. A partir disso, peça para que façam algumas previsões quanto ao uso de determinado solvente na extração de um dado composto. Use as substâncias encontradas em extratos da Mangabeira que foram isoladas por Duarte, citadas ao longo do MA, para discutir essa relação.*

*Durante a discussão da questão com os alunos, o professor pode se nortear pelo tema da interação solvente-metabólito que ocorre dentro da célula. Para isso, abaixo apresentamos alguns conceitos da estrutura da célula vegetal e do processo de extração que serão importantes para auxiliar o professor para a melhor condução do debate. Se for viável, o professor pode trabalhar de forma interdisciplinar com o professor de biologia nesta abordagem sobre a célula vegetal.*

*Os vegetais são seres vivos, formados por tecidos. Os tecidos dos vegetais são diferentes dos presentes em animais. Estes tecidos são formados por células vegetais. A célula vegetal possui a estrutura representada abaixo (Figura 16):*

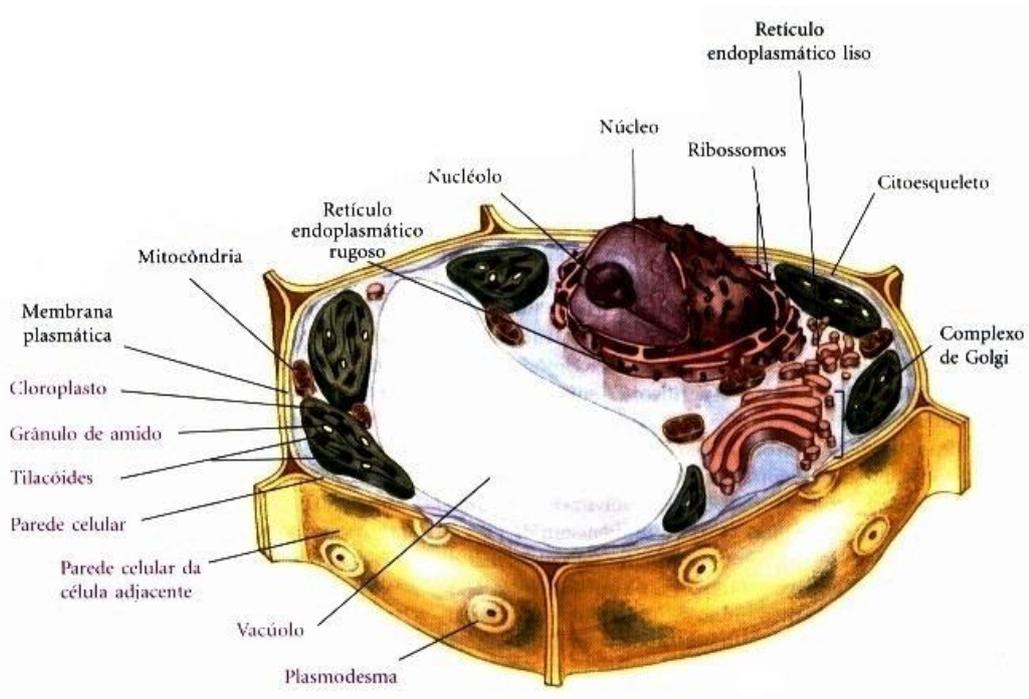


Figura 16 – Estrutura da célula vegetal e suas organelas (Adaptado de: NELSON; COX, 2002).

*As reações internas da célula que produzem carboidratos, lipídeos, proteínas, dentre outras macromoléculas que formam os “tijolos” da célula, acontecem dentro do complexo de Golgi, uma organela que é responsável pela produção, separação e distribuição de produtos de secreção, muito deles metabólitos secundários (NEBENFUHR, STAEHELIN, 2001 apud (TAIZ; ZEIGER, 2004). Os compostos produzidos no complexo de Golgi são guardados nos vacúolos. Esta organela desempenha diversas funções, uma delas envolve o armazenamento de água, íons inorgânicos dissolvidos, ácidos orgânicos, açúcares, enzimas e vários metabólitos secundários, que muitas vezes desempenham papel de defesa na planta (TAIZ; ZEIGER, 2004).*

*Durante o processo de extração, as raízes, os galhos ou as folhas de determinada planta (no caso, Mangabeira), que receberam um pré-tratamento (moagem, trituração), entram em contato com o solvente. As moléculas deste solvente podem entrar nas células, atravessando sua membrana plasmática. Uma vez dentro da célula, estas moléculas de solvente interagem com os compostos armazenados nos vacúolos. Contudo a molécula deste solvente somente irá interagir com aqueles compostos que apresentem algumas características estruturais semelhantes aos do solvente, para que haja a formação de interações solvente-metabólito, mais fortes que as interações com outros compostos nos vacúolos.*

*O solvente sai da célula juntamente com os compostos que apresentaram interação. O uso de diferentes solventes se justifica pela presença de compostos de diferentes polaridades dentro da célula. Um solvente polar tem a tendência de extrair compostos polares como ácidos orgânicos, poliois, polifenóis, enquanto um solvente menos polar irá extrair moléculas que possuem baixa polaridade, como por exemplo, os triterpernos pentacíclicos e graxas isolados da Mangabeira.*

### 3.3 – GLOSSÁRIO:

A fim de clarear o significado de alguns termos apresentados no texto inicial do material do aluno construímos um pequeno glossário com o significado dessas palavras:

- Anti-reumático: Combate o reumatismo, que são doenças que se caracterizam pela inflamação ou degeneração principalmente dos tecidos das articulações.
  
- Antitumoral: Combate os tumores, que é o aumento do volume desenvolvido em qualquer parte do corpo, gerado a partir da multiplicação descontrolado das células de determinado tecido. No nosso caso, estudos mostram que os extratos da mangabeira podem controlar tumores relacionados ao câncer de pele.
  
- Anti-disentérico: Combate a disenteria que é uma inflamação intestinal, principalmente do colo, que resulta em fortes dores abdominais e defecações frequentes.
  
- Extrato: Produto da extração. Substância extraída de outra.
  
- Metabólitos primários: Um metabólito primário está diretamente envolvido no crescimento normal, desenvolvimento e reprodução.
  
- Metabólito secundário: Um metabólito secundário não está diretamente envolvido nos processos de crescimento, desenvolvimento e reprodução, mas geralmente tem uma importante função ecológica.
  
- Patogênicos: Capaz de produzir doenças.
  
- Polinizadores: Animal (especialmente insetos), capazes de transportar o grão de pólen até o órgão feminino da flor ou até a flor feminina.
  
- Vimínia: Aquele que vem do vime.

#### 4 – CONCLUSÃO:

Os documentos oficiais (LDB e PCN's) trouxeram uma nova perspectiva de ensino, pautada numa nova premissa, o desenvolvimento de habilidade e competências. O uso da contextualização se mostra uma ferramenta importante para alcançar esses novos objetivos traçados.

Acreditamos assim, que o uso de materiais alternativos baseados na perspectiva da contextualização é importante, pois além de proporcionar ao aluno situações as quais poderá utilizar o seu conhecimento em situações presente no seu dia-a-dia, trará também maior significado para os conteúdos aprendidos na escola, podendo ser assim uma fonte de motivação para o aprendizado.

Sendo assim, almejamos que este material facilite o trabalho docente do professor, assim como favoreça o aprendizado dos alunos aos temas aqui propostos. Além disso, pretendemos mostrar que a partir de materiais alternativos baseados nestas premissas, o ensino de química pode se tornar mais produtivo e relevante para os sujeitos envolvidos no processo de ensino e de aprendizagem.

## 5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9394/96. Ministério da Educação. 9394/96 1996.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Médio. Ministério da Educação. 1999.

BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998

COELHO, J. C.; MARQUES, C. A. Contribuições freireanas para a contextualização no ensino de Química. Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências, v. 9, p. 1-17, 2007.

DUARTE, L. P. Estudo químico, estrutural e da atividade antibacteriana de triterpenos pentacíclicos isolados dos galhos e raízes de *Austroplenckia populnea*. 2000. 243p. ICEx - Departamento de Química, UFMG, Belo Horizonte.

FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos estudantes sobre ligação química. Química Nova da Escola, v. Novembro, n. 24, p. 4, 2006.

GABEL, D. L.; SAMUEL, K. V.; HUNN, D.. Understanding the particulate nature of matter. Journal of Chemical Education, V. 64, p. 695-697. 1987

LAMBACH, M.; AIRES, J. A. Contextualização do ensino de Química pela problematização e Alfabetização Científica e Tecnológica: uma experiência na formação continuada de professores. VII ENPEC Encontro Nacional de Educação em Ciências. Florianópolis 2009.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: Uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. Investigações em ensino de ciências, v. 7, n. 3, p. 23, 2002.

NAKHLEH, M. B. Por que alguns estudantes não aprendem química? Journal of Chemical Education, v. 69, n. 3, p. 5, 1992.

NEBENFÜHR A AND STAEHELIN LA Mobile factories: Golgi dynamics in plant cells. Trends in Plant Science v.6. p. 160-167. 2001

NELSON, D. L.; COX, M. M. Lehninger princípios de bioquímica. 3ª. Sao Paulo: 2002.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, H. T. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; TREVISAN, M. C.; SILVA, G. S.; Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. *Química Nova da Escola*, v. 34, n. 1, p. 21-25, 2012.

PETERSON, R. F.; TREAGUST, D. F. Grade-12 Student's Misconceptions of Covalent Bonding and Structure. *Journal of Chemical Education*, v. 66, n. 6, p. 2, 1989.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do enfoque CTS para contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 13, 2007.

SANTOS, W. L. P. D.; SCHNETZLER, R. P. Função Social: O que significa ensino de química para formar o cidadão? *Química nova na escola*, v. Química e Cidadania, n. 4, p. 6, 1996.

SILVA, D. M. D. A contextualização no ensino de química: apenas um conceito? 2009. 31. Departamento de Química, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

SOLOMONS, T. W. G; FRYHEL, C. B.; *Química Orgânica*. v.1.; 7º. ed. Rio de Janeiro: LTC

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG III. In: (Ed.). Nova Odessa - SP, 2005. cap. 279, p.640.

STREIT, N. M. et al. *As clorofilas*. Ciência, São Paulo, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3º. Porto Alegre: ArtMed, 2004.

WITTROK, M. C.. The cognitive movement in instruction. *Education Psychology*, v. 13, p. 15-30. 1978