

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE QUÍMICA

MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

ANDRÉ LUÍS SILVEIRA BRUM

ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO-SE O TEMA GERADOR FÁRMACOS PARA  
O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NO ENSINO MÉDIO

Produto referente à dissertação intitulada  
“Elaboração de uma Sequência Didática  
utilizando-se o Tema Gerador Fármacos”  
apresentada ao Programa de Mestrado  
Profissional em Química em Rede Nacional –  
PROFQUI, da Universidade Federal do Rio de  
Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos  
necessários a obtenção do título de Mestre em  
Química

Área de Concentração: Química

Linha de Pesquisa: Química da Vida

Orientador: Prof. Dr. Raoni Schroeder Borges  
Gonçalves

RIO DE JANEIRO 2022

## APRESENTAÇÃO

No ensino público brasileiro, repleto de contrariedades e constantemente desafiado pela realidade socioeconômica de seus alunos, é fundamental o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas que contribuam para a manutenção dos mesmos em sala de aula e para uma melhoria em seu desempenho escolar. Nesse contexto, a utilização de temas que façam parte do cotidiano do aluno é uma ferramenta bastante poderosa, que pode contribuir não só para um maior estímulo à aprendizagem, como também para uma melhor compreensão da relevância dos diferentes temas abordados nas disciplinas de ciências. Este produto educacional foi resultado de uma pesquisa de mestrado, que teve como orientador o Prof. Dr. Raoni Schroeder Borges Gonçalves, e tem como objetivo principal elucidar a importância das forças de interação intermolecular e as propriedades físico-químicas num fármaco, utilizando a temática dos fármacos. O professor atua como mediador do conhecimento, fazendo com que o aluno reconheça a química presente em seu cotidiano. E assim, o mesmo possa ser parte integrante em seu processo de ensino aprendizagem, não sendo o aluno apenas mero espectador dos assuntos tratados em sala de aula. Nesse presente trabalho, o leitor irá ter acesso a uma sequência didática que foi dividida em quatro momentos distintos, cada dupla de momentos foi preparado para duas aulas. Com o auxílio de TIC's (Tecnologia da Informação e Comunicação), como por exemplo: data show, vídeo do youtube e acesso a QR codes através do uso do celular, o aluno têm a possibilidade de uma diversificada opção de aprendizagem. Dessa forma, temos a esperança que nosso material possa contribuir com as aulas de química, tornando-as mais atrativas ao aluno e possibilitando ao professor outras abordagens como método de ensino.

## SUMÁRIO

Página

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	05
1.1	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	05
1.2	FÁRMACOS E AS INDÚSTRIAS FARMOQUÍMICA E FARMACÊUTICA.....	06
1.3	O PERCURSO DO FÁRMACO EM NOSSO ORGANISMO.....	08
2	<b>SUPLEMENTO QUÍMICO BÁSICO</b> .....	11
2.1	FORÇAS DE LONDON: MOLÉCULA APOLAR X MOLÉCULA APOLAR.....	11
2.2	FORÇAS DIPOLO-DIPOLO: MOLÉCULA POLAR X MOLÉCULA POLAR.....	12
2.3	LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO.....	12
2.4	INTERAÇÕES ÍON-DIPOLO.....	13
3	<b>ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	15
4	<b>METODOLOGIA</b> .....	16
4.1	Desenho das fórmulas estruturais em bastão e preparo das estruturas em 3D ...	16
4.2	PREPARO DAS TIRINHAS EM QUADRINHOS.....	16
4.3	PRODUÇÃO DO QUESTIONÁRIO.....	19
5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	27
6	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	28
	<b>ANEXO A</b> .....	30
	<b>ANEXO B</b> .....	54
	<b>ANEXO C</b> .....	55

## 1 INTRODUÇÃO

No ensino público brasileiro, repleto de contrariedades e constantemente desafiado pela realidade socioeconômica de seus alunos, é fundamental o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas que contribuam para a manutenção dos mesmos em sala de aula e para uma melhoria em seu desempenho escolar. Nesse contexto, a utilização de temas que façam parte do cotidiano do aluno é uma ferramenta bastante poderosa, que pode contribuir não só para um maior estímulo à aprendizagem, como também para uma melhor compreensão da relevância dos diferentes temas abordados nas disciplinas de ciências. Essa estrutura do ensino médio corrobora com a lei nº 13.415/2017 que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. A mesma ainda amplia o tempo mínimo do estudante na escola, aumentando de 800 horas para 1.000 horas anuais. Tudo isso com o objetivo de garantir maior qualidade na educação, aproximando nossas escolas à realidade atual de nossos estudantes. De acordo com a nova Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCC-EM), é necessário fazer da sala de aula um ambiente mais aconchegante, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e atrativo. Esse caminho pode ser construído a partir do uso de metodologias ativas, como a utilização de temas geradores, onde o aluno possa ser o protagonista de seu saber e tempo.

A estratégia tradicional de ensino da Química para discentes do Ensino Médio passa pelo desafio de fazê-los compreender as transformações químicas e seus impactos e consequências práticas no mundo real. Tal conhecimento possibilitará que o estudante interprete e analise as informações recebidas de diversas fontes tais como aquelas veiculadas na mídia, senso comum e da própria escola, possibilitando assim a construção de um conhecimento científico aplicado a diversas situações e suas repercussões no cotidiano (BRASIL, 2002). Neste contexto, um método muito utilizado por docentes para a iniciação de estudantes no conhecimento químico científico é a divisão dos assuntos por temas. Através de tal técnica é possível a organização do aprendizado de modo que possibilite a conexão do tema analisado a situações

cotidianas, possibilitando a compreensão de tais fatos sob a luz da química básica (SCHNETZLER, 2010). Desse modo, a oportunidade em trabalhar com o tema gerador ‘A Química dos Fármacos’ poderá contribuir para que os alunos identifiquem a relação existente entre as estruturas químicas dessas moléculas e as influências que elas exercem em nosso organismo (PAZINATO et al., 2012).

### 1.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Uma forma interessante para se trabalhar com temas geradores é através da elaboração de sequências didáticas (SD) que abordem esses temas com base no cotidiano dos alunos, correlacionando os mesmos com o conteúdo usualmente ministrado em sala de aula. As SD são elaboradas, segundo Zabala (2006), para que o entendimento dos conteúdos ou temas propostos nas aulas sejam alcançados pelos discentes, e conseqüentemente venha facilitar por meio de diferentes estratégias de ensino o processo de aprendizagem. Segundo o autor, a SD pode ser concebida como um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos”. Dessa forma, a SD propicia um conjunto de momentos pedagógicos realizados durante certo número de aulas, buscando promover a compreensão de conceitos e/ou a retomada de informações anteriormente desenvolvidas (ZABALA, 1998; MOREIRA, 2015; GONDIM, 2016). Quanto aos recursos didáticos, Zabala (1998) sugere uma variação entre eles para que possa ser estabelecida uma relação entre aluno-professor e aluno-aluno, criando um clima favorável à aprendizagem. Neste contexto, o professor é visto como figura-chave no desenvolvimento de uma SD, pois passa a ser o facilitador de oportunidades para novas interações entre os alunos e o conhecimento. Sua função se inicia desde o planejamento até a avaliação da aprendizagem, em que são definidos os objetivos de ensino, atividades didáticas e instrumentos avaliativos. Nesta perspectiva, Carvalho & Perez (2001, p. 114), afirmam que “é preciso que os professores saibam construir atividades inovadoras que levem os alunos a evoluírem, nos seus conceitos, habilidades e atitudes, mas é necessário também que eles saibam dirigir os trabalhos dos alunos para que estes realmente alcancem os objetivos propostos”.

Nesse contexto, tendo em vista a importância do tema fármacos no cotidiano dos alunos e o potencial a ser explorado com base nas estruturas químicas dessas substâncias, o presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma sequência didática (SD), buscando uma retomada de informações anteriormente estudadas, onde serão exploradas questões sociais relacionadas ao uso de medicamentos e conceitos ligados à química medicinal para a retomada do ensino de tópicos como funções orgânicas, interações intermoleculares e propriedades físico-químicas de compostos orgânicos.

## 1.2 FÁRMACOS E AS INDÚSTRIAS FARMOQUÍMICA E FARMACÊUTICA

Os fármacos ou insumos farmacêuticos ativos (IFAs) são os componentes farmacologicamente ativos encontrados em um medicamento. Essas substâncias têm como objetivo modificar ou explorar sistemas fisiológicos ou estados patológicos em benefício da pessoa na qual se administra (BRUNTON & DANDAN, 2015). No entanto, apesar dos benefícios diretos, inúmeros problemas também são associados ao consumo indiscriminado de medicamentos.

O processo de descoberta de fármacos é antigo e resulta de sua longa experimentação e dependência das plantas. No entanto, essa descoberta dos fármacos, no passado, resultava por vezes de observações ocasionais e instintiva do efeito do extrato de plantas que eram ingeridas por animais até mesmo pelo homem (BRUNTON & DANDAN, 2015). Segundo definição da IUPAC, a Química Medicinal é responsável pelo planejamento, descoberta, invenção, identificação e preparação de compostos biologicamente ativos (protótipos), além do estudo do metabolismo, interpretação do mecanismo de ação a nível molecular e a construção das relações entre a estrutura química e a atividade farmacológica (SAR). Para que um protótipo seja considerado um candidato a fármaco, evoluindo do processo de descoberta para a etapa de desenvolvimento, alguns fatores devem ser considerados, tais como: simplicidade estrutural - com possibilidade de modificações, visando a otimização de seu perfil farmacoterapêutico – ser membro de uma série congênere com SAR bem estabelecida; possuir situação patentária favorável e apresentar boa propriedade farmacocinética.

O fármaco, conforme dito anteriormente, corresponde ao princípio ativo do medicamento, tendo como responsável por sua fabricação a indústria farmoquímica. Os papéis das indústrias farmoquímica e farmacêutica pode gerar, por vezes, conflitos conceituais. A primeira é uma indústria de química fina, faz transformações químicas, trabalha predominantemente com os processos orgânicos, utilizando como matérias primas intermediários químicos, produtos naturais ou de origem biológica. Ela é a que propicia a comercialização entre as empresas, tendo como seu cliente a indústria farmacêutica. Já a Indústria farmacêutica é o fabricante do medicamento que em sua composição possui o IFA, os excipientes e o veículo. É uma indústria de formulação e mistura; prepara as formas e apresentações farmacêuticas. Está na ponta final da cadeia de produção pois oferece o medicamento que é o produto pronto para uso e consumo humano. No entanto, uma indústria pode possuir ambas instalações, farmoquímica e farmacêutica (COSTA et al, 2014).

Lamentavelmente, nosso país produz apenas 5% dos insumos farmacêuticos ativos (IFAs) destinados para produção de medicamentos para o consumo interno (PRESTES, 2022). A descoberta de fármacos, pela indústria farmacêutica, é considerada por especialistas uma atividade complexa, multifatorial, cara, demorada, envolvendo a aplicação de técnicas e metodologias modernas, e cuja produtividade é questionada com base em dados que demonstram a relação inversamente proporcional entre os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e a descoberta de novas entidades químicas (do inglês *New Chemical Entities* - NCEs) (MILNE, 2003). Essa realidade interfere diretamente na direção de pesquisa da indústria farmacêutica. Antes de serem aprovados para o uso em humanos, são realizados diversos ensaios clínicos com o fármaco, para que o potencial de suas propriedades farmacocinéticas e farmacodinâmicas sejam investigados. Todo esse panorama acaba gerando uma tensão substancial entre o consumidor final e a indústria farmacêutica (BRUNTON & DANDAN, 2015). O IFA, em sua maioria, é obtido através da extração animal ou vegetal, bem como da síntese de substâncias químicas e da fermentação de micro-organismos. Nossa matriz industrial possui uma boa capacitação tecnológica para processar mais de uma etapa de produção e sermos fabricantes e distribuidores, desde a etapa da química fina, de alguns medicamentos como os antibióticos, por exemplo. Isso nos tiraria o troféu de “latão”, obtido pela irrisória marca de 5% de produção de IFAs. Pesa ainda o fato do

“Imperialismo” ainda subsistir, concentrando a produção de insumos farmacêuticos nas mãos de países como China e Índia. Em contrapartida, possuímos uma enorme dificuldade de relacionamento com Universidades, gerando um déficit em pesquisa e invenção tecnológicas. Esses antagonismos, juntamente com a falta de investimento público e aproveitamento de pessoal qualificado nos fazem ainda sermos extremamente dependentes das tecnologias das transnacionais.

### 1.3 O PERCURSO DO FÁRMACO EM NOSSO ORGANISMO

A farmacodinâmica e a farmacocinética compreendem duas das principais áreas de estudo da Farmacologia. Farmacodinâmica consiste na interação do fármaco com seu sítio de ação em nosso sistema biológico, resultante das interações hidrofóbicas, estéricas e eletrostáticas. A farmacocinética estuda o percurso que o fármaco faz em nosso corpo, o tempo de evolução de sua absorção, distribuição, metabolização e excreção (TOZER & ROWLAND, 2009).

Absorção: é o processo no qual o fármaco deixa seu local de administração e alcança o fluxo sanguíneo (TOZER & ROWLAND, 2009). O local de administração mais utilizado é a via oral. É a via mais clássica onde os fármacos são engolidos e percorrem o mesmo caminho dos alimentos no trato digestivo. No entanto há outras vias de administração, tais como: cutânea, subcutânea, muscular, endovenosa, respiratória e retal. A forma mais convencional de absorção é a partir do intestino delgado. Apenas pela via de administração endovenosa que o processo de absorção não é observado.

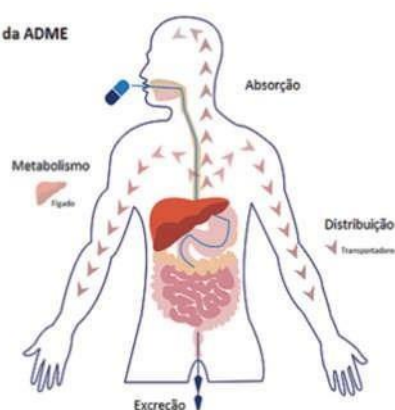


Distribuição: A distribuição é a passagem do fármaco do fluxo sanguíneo para outros tecidos e a mesma pode ser reversível (WINTER, 2009).

Metabolização: Ocorre quando o fármaco é convertido em outra substância, geralmente através da ação de enzimas, o processo ocorre comumente no fígado, rins, pulmões e tecidos nervosos (WINTER, 2009).

Excreção: Pode ser definida como a passagem do fármaco da circulação sanguínea para o meio externo. Os rins são a principal via de excreção do nosso organismo. No entanto também pode ocorrer através dos pulmões, fezes, lágrimas, suor, saliva e suco biliar (WINTER, 2009).

Figura 1- Percurso do fármaco em nosso organismo



Fonte:<<https://ibuprofeno20152016.wixsite.com/toxiff-3>>. Acesso em: 08 jul. 2021

A relação entre a intensidade/duração do efeito e a dose do fármaco administrado dependem de sua farmacocinética e farmacodinâmica. O grau de afinidade e a especificidade da ligação entre o fármaco e seu sítio receptor está intrinsecamente relacionado com a química básica. Essa farmacodinâmica é determinada por interações intermoleculares que compreendem forças eletrostáticas, tais como ligações de hidrogênio, dipolo-dipolo, íon-dipolo, ligações covalentes e interações hidrofóbicas.

A fase farmacocinética de um fármaco está interligada ao seu transporte através das membranas celulares. A disposição dos fármacos em nosso organismo é determinada pelo mecanismo pelos quais os mesmos atravessam tais membranas bem como pelas propriedades físico-químicas do fármaco. O peso molecular, a conformação estrutural, o grau de ionização, a lipossolubilidade de um fármaco são características que determinam seu transporte e sua disponibilidade nos locais de ação em nosso organismo. Os fármacos que apresentam maior afinidade pela fase orgânica (maior lipofilicidade), apresentam maior taxa de permeabilidade pelas biomembranas hidrofóbicas, ou seja, mais biodisponíveis o que acarreta um aumento em seu efeito farmacológico.

## 2 SUPLEMENTO QUÍMICO BÁSICO

Este suplemento básico tem por função auxiliar o aluno na compreensão do tema proposto, bem como servir como material de apoio dos estudantes. Os assuntos aqui abordados serão as forças intermoleculares.

Sabemos que as forças intermoleculares são as forças de atração que existem entre as moléculas. Primeiramente, lembramos que o que determina um estado físico de uma molécula é a distância existente entre as mesmas. Se as moléculas estão bem juntas, e o volume e a forma são fixos, nós temos o estado sólido. Se estão um pouco mais afastadas, há volume fixo e forma variável, nós temos o estado líquido. E se estão bem afastadas, e forma e volume são variáveis nós temos o estado gasoso. As forças intermoleculares, ou interações intermoleculares, são a forma com que as moléculas interagem entre si. São elas que mantêm unidas as moléculas de uma substância, fazendo com que sejam sólidas, líquidas ou gasosas. Tais forças intermoleculares que vão determinar as propriedades físicas da matéria como ponto de fusão, ponto de ebulição e solubilidade.

Vale ressaltar que as forças intermoleculares são as forças existentes entre as moléculas, que são diferentes das forças intramoleculares, as quais são responsáveis pela formação da ligação entre átomos. Essas interações intermoleculares são fracas e de natureza eletrostática, ocorrem principalmente nos estados líquido e sólido. Tais tipos de interação estão descritos abaixo:

### 2.1) FORÇAS DE LONDON: MOLÉCULA APOLAR X MOLÉCULA APOLAR

Também chamadas de interações do *tipo* dipolo induzido-dipolo induzido, elas acontecem entre duas moléculas *apolares*. Como não temos polos permanentes, as interações eletrostáticas são muito fracas, e os dipolos aparecem apenas momentaneamente, induzidos por perturbações do meio.

Figura 2-Representação da indução de um dipolo em um composto apolar



Fonte: <https://emsinapse.wordpress.com/2022/05/27/forcas-intermoleculares-por-que-a-agua-evapora-a-100c/>

No início, temos duas moléculas apolares. Por uma perturbação, uma delas se polariza; por indução, a outra se polariza também e surge um dipolo instantâneo. Assim, elas interagem por forças dipolo induzido-dipolo induzido. Essas são as interações intermoleculares mais fracas.

## 2.2) FORÇAS DIPOLO-DIPOLO: MOLÉCULA POLAR X MOLÉCULA POLAR

Chamadas também de dipolo permanente-dipolo permanente, essas forças são muito mais fortes do que as anteriores. Elas acontecem entre as moléculas polares: a parte mais negativa é atraída pela parte mais positiva. A interação está representada pela linha pontilhada.

Figura 3- Interação dipolo permanente-dipolo permanente entre moléculas de ácido clorídrico

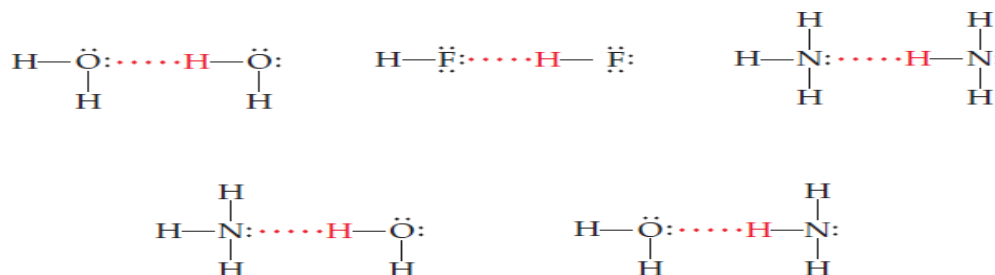


Fonte: <https://emsinapse.wordpress.com/2022/05/27/forcas-intermoleculares-por-que-a-agua-evapora-a-100c/>

## 2.3) LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO

São as forças intermoleculares mais importantes! Elas também são interações do tipo dipolo-dipolo. As ligações de hidrogênio acontecem somente em moléculas polares, mas que possuam átomos muito eletronegativos – F, O ou N -, ligados diretamente ao hidrogênio. Já foram chamadas de pontes de hidrogênio, mas hoje a nomenclatura mais usual é ligações de hidrogênio. Abaixo estão as principais moléculas que fazem ligações de hidrogênio, representadas pela linha pontilhada. Estão representadas a Água (H<sub>2</sub>O), Ácido Fluorídrico (HF), e Amônia (NH<sub>3</sub>).

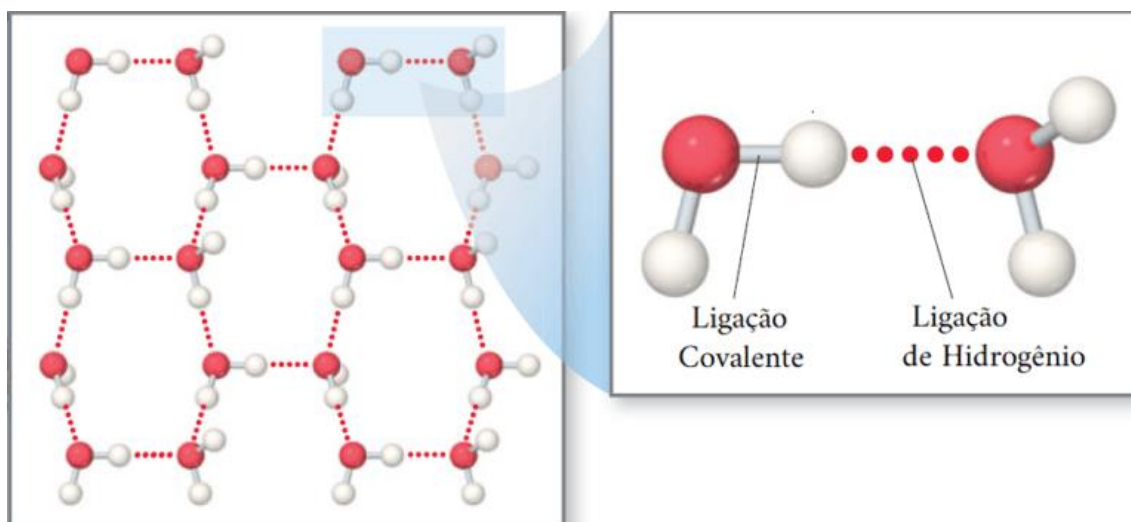
Figura 4- Principais Ligações de Hidrogênio



Fonte: <http://forestchemistry.weebly.com/unit-15---intermolecular-forces--bonding.html>

O exemplo mais comum disso é a interação que acontece com as moléculas de água. Como o oxigênio (em vermelho) é o elemento mais eletronegativo, ele vai atrair os elétrons em sua direção, deixando os hidrogênios (em branco) deficientes em elétrons. Assim, os H parcialmente positivos interagem com os oxigênios das moléculas vizinhas, que são parcialmente negativos.

Figura 5-Pontes ou ligações de hidrogênio entre as moléculas de água



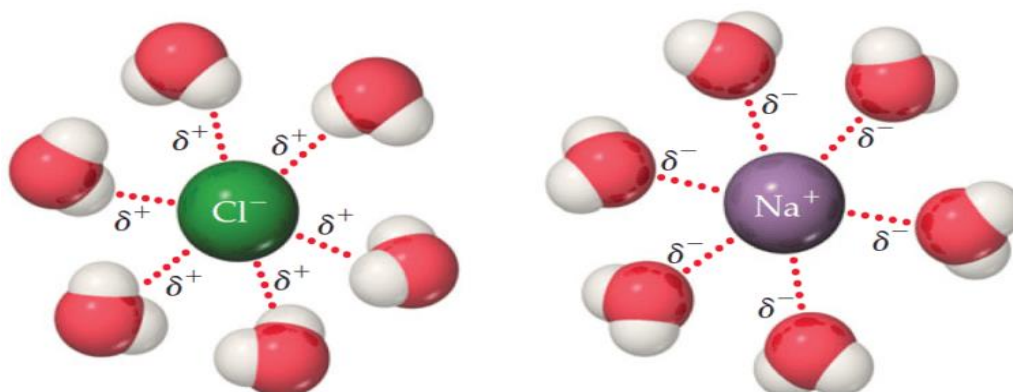
Fonte: <http://forestchemistry.weebly.com/unit-15---intermolecular-forces--bonding.html>

Como essas interações são muito fortes, são elas que mantêm a água líquida.

#### 2.4) INTERAÇÕES ÍON-DIPOLO

Geralmente estudada junto com as forças intermoleculares, as interações íon-dipolo, na verdade, são interações entre um íon e uma molécula – e não entre duas moléculas. Como os íons possuem carga, essas interações são as mais fortes entre todas as já citadas. É por causa dessas interações que os sais são capazes de se solubilizar. Por exemplo, o NaCl, cloreto de sódio, em água, se dissocia, produzindo íons Cl<sup>-</sup> e Na<sup>+</sup>. Como eles têm carga, eles atraem os polos da molécula de água. Veja a imagem abaixo.

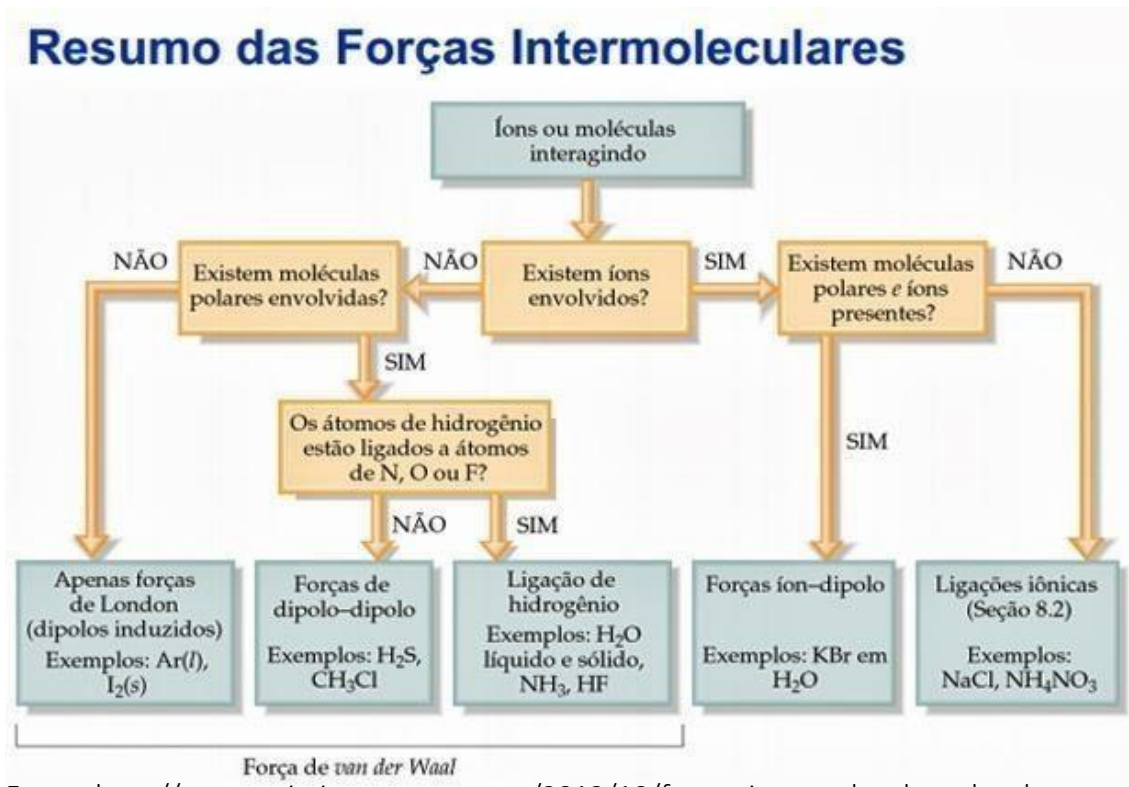
Figura 6-Interações Íon-Dipolo



Fonte: ATKINS; JONES (2006)

Assim, perceba que a parte positiva da molécula de água (Hidrogênios, em branco) são atraídas pela carga negativa do íon de cloro. A parte negativa da molécula de água (oxigênio, em vermelho), é atraída pela carga positiva do cátion. Esse é o processo de *solvatação* dos íons.

Figura 7- Resumo das Forças Intermoleculares



Fonte: <http://www.quimicasuprema.com/2013/10/forcas-intermoleculares.html>

### 3 ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática (SD), fruto desse trabalho consistiu em 3 produtos educacionais, a saber: roda de conversa, aplicação de questionário e HQ (História em Quadrinhos). A SD foi dividida em um total de 2 tempos de aulas de 45 minutos cada, onde primeiramente foi abordado o conteúdo da dissertação através do uso de um vídeo que ilustra o percurso do fármaco em nosso organismo. Em seguida, num 2º momento foi ilustrado a partir do slide 22-28 (anexo A) as fórmulas estruturais em 2D e 3D para identificação das funções orgânicas presentes nos fármacos. Já no segundo tempo de aula foi iniciado o 3º momento que versa sobre a utilização de HQ, e na sequência foi proposto um questionário com 10 perguntas, sendo as 5 primeiras questões relacionadas ao nosso trabalho e as 5 restantes pertencentes a concursos anteriores do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Logo em seguida, foi disponibilizado um QR code (slide 46/anexo A) para que os alunos tivessem acesso a apresentação em powerpoint do trabalho proposto e também a alguns artigos relacionados ao tema, bem como ao site MolView que possibilita ao aluno montar diversos tipos de estrutura química em 2D/3D. Ao final foi distribuído aos alunos uma pesquisa de opinião do trabalho proposto (anexo C).

#### 4. METODOLOGIA

Essa sequência didática fundamenta-se na abordagem metodológica qualitativa que assume, segundo Bogdan e Biklen (1994), no campo da educação, muitas formas e é aplicada a múltiplos contextos, tanto escolar como exterior à escola. Nesse contexto, foi proposta uma sequência didática dividida em quatro momentos distintos, sendo esses:

- Apresentação de um vídeo, acompanhado de roda de conversa, sobre o percurso geral dos fármacos em nosso organismo;
- Apresentação das estruturas químicas em 2D e 3D de diferentes fármacos com o intuito de promover uma discussão sobre as funções orgânicas presentes nessas estruturas;
- Apresentação de tirinhas em quadrinhos, utilizando a temática medicamentos com o intuito de abordar as questões sociais relacionadas ao tema;
- Aplicação de um questionário com o intuito de verificar o aproveitamento dos conteúdos por parte dos alunos, através de uma perspectiva qualitativa, conforme proposto como metodologia para esse trabalho.

##### 4.1 Desenho das fórmulas estruturais em bastão e preparo das estruturas em 3D

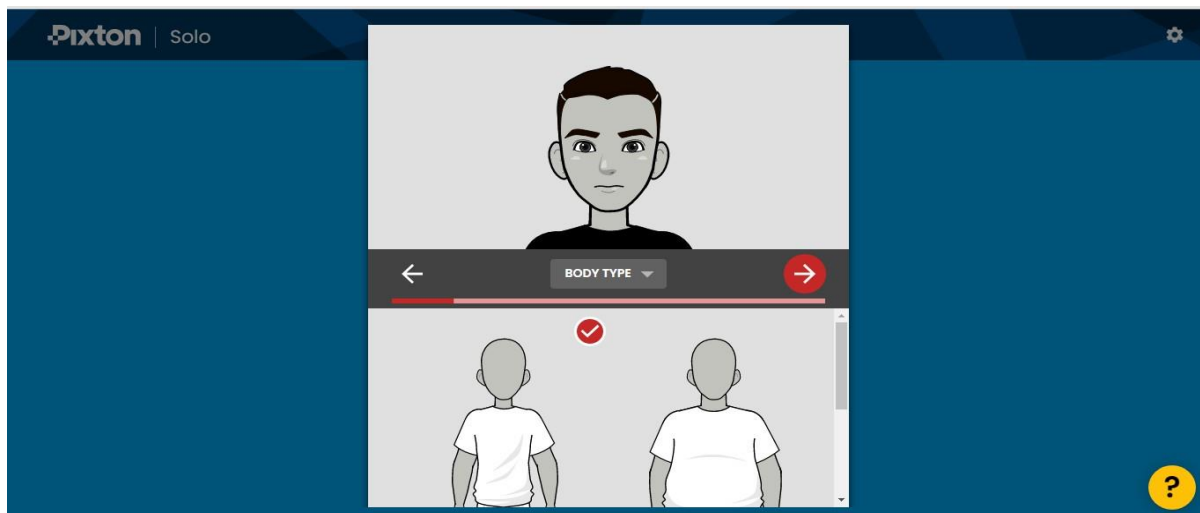
As fórmulas estruturais em bastão foram desenhadas utilizando-se o programa CHEMDRAW 7.0.1. Já gifs com as estruturas em 3D foram preparados utilizando-se o software PyMOL. Foram utilizadas as estruturas da fluoxetina e do escitalopram, dois fármacos amplamente utilizados.

##### 4.2 PREPARO DAS TIRINHAS EM QUADRINHOS

As tirinhas em quadrinhos foram preparadas utilizando-se o site Pixton, uma plataforma online que permite a criação de histórias em quadrinhos utilizando modelos pré-definidos pelo site além de possibilitar a montagem a partir do zero, utilizando as diversas ferramentas disponibilizadas pela plataforma. O site tem diversas opções de plano, contando inclusive com a opção de testes gratuitos por tempo determinado. Após o cadastro inicial no site, somos apresentados à tela de criação de um avatar para a nossa conta, conforme demonstrado abaixo:



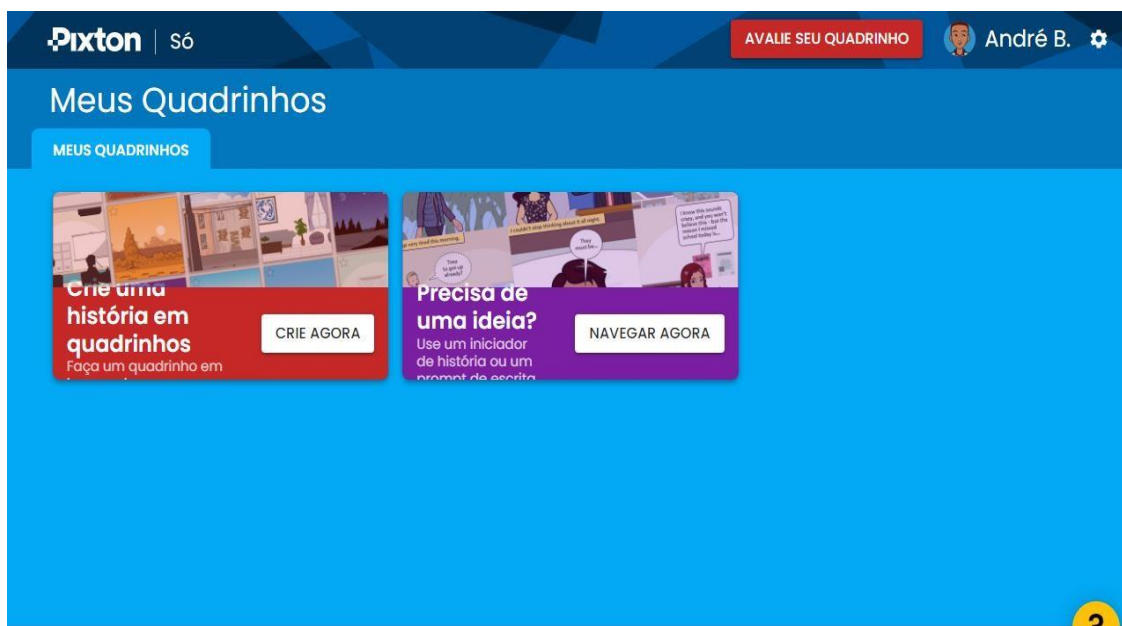
Figura 8- Tela de criação de um avatar



Fonte: Próprio autor (2022)

Em seguida, logo após a criação do avatar, somos apresentados a tela inicial da aplicação. Através dela é possível criar diversas histórias, utilizando os modelos pré-definidos disponíveis na aplicação online ou iniciar uma montagem em branco.

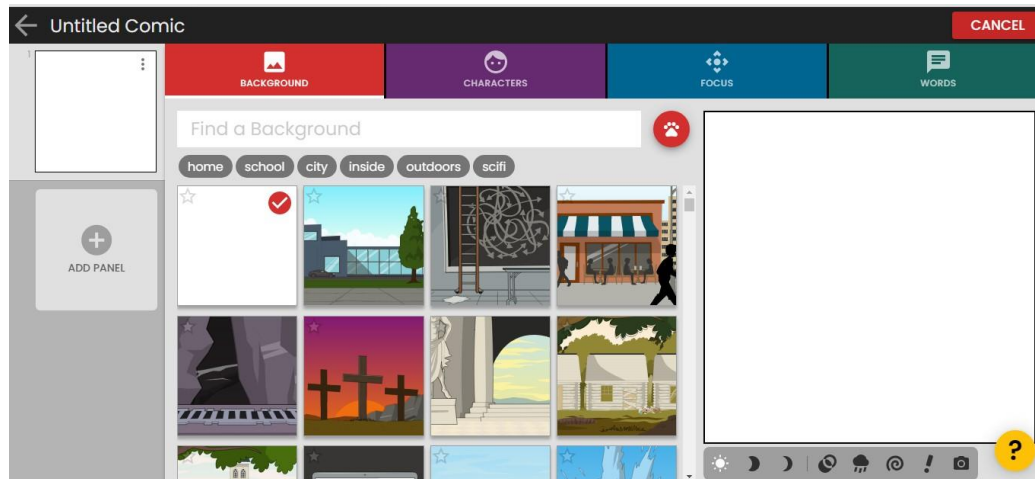
Figura 9- Tela inicial de aplicação do Pixton



Fonte: Próprio autor (2022)

Após a seleção da opção “*Create Now*” somos apresentados a tela de criação, com todas as ferramentas disponibilizadas pela plataforma para criação da HQ personalizada. Segue abaixo as opções principais:

Figura 10 - Tela de criação da HQ



Fonte: Próprio autor (2022)

### Legenda

*Background*: permite inserir um plano de fundo para a história. Além dos templates oferecidos pelo site é possível carregar imagens externas para uso como background;

*Characters*: opção que permite a criação dos personagens que serão utilizados para contar a história. Conta com diversas opções de personalização, semelhante às escolhas disponíveis para criação do seu avatar, quando da criação da conta na plataforma;

*Focus*: Utilizado para posicionar os personagens em relação ao cenário. Também é possível clicar sobre o personagem e arrastar para o local desejado;

*Words*: usada para criação dos balões de fala dos personagens;

*Faces*: Opção onde são oferecidas diversas opções de personalização da expressão facial dos personagens;

*Actions*: Usado para escolher a ação executada pelo personagem;

Para adicionar mais quadros à HQ, basta clicar no item “ADD PANEL”. Todo esse processo de criação da HQ pode ser facilmente realizado utilizando o tutorial abaixo:

[https://inovaeh.sead.ufscar.br/wp-content/uploads/2021/06/Tutorial-Pixton\\_2021.pdf](https://inovaeh.sead.ufscar.br/wp-content/uploads/2021/06/Tutorial-Pixton_2021.pdf)

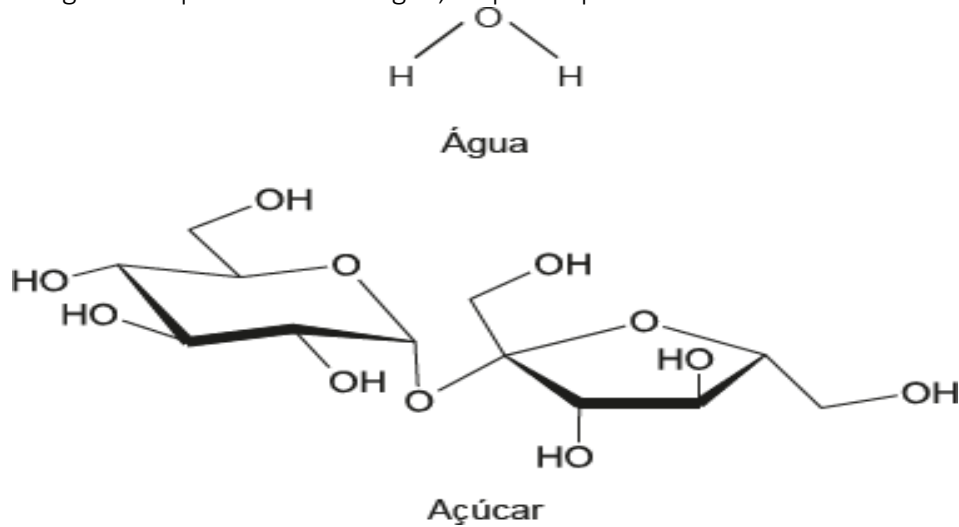
### 4.3 PRODUÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Foram utilizadas 10 questões em sala de aula com os alunos com a finalidade de avaliar o êxito dos estudantes após sua participação nas atividades apresentadas. As cinco primeiras questões foram formuladas por mim com base no texto dissertativo do presente trabalho. As outras cinco questões do ENEM foram extraídas do site [www.qconcursos.com](http://www.qconcursos.com).

#### QUESTIONÁRIO

- ▣ Questão 1: O que se entende por fármaco?
- ▣ Questão 2: Qual a diferença entre medicamento de referência, de marca e genérico?
- ▣ Questão 3: O que se entende por farmacocinética e farmacodinâmica?
- ▣ Questão 4: Quais são os 3 tipos de forças intermoleculares?
- ▣ Questão 5: Na sua opinião, qual seria a melhor forma de evitar a falta de IFA para a produção de medicamentos?

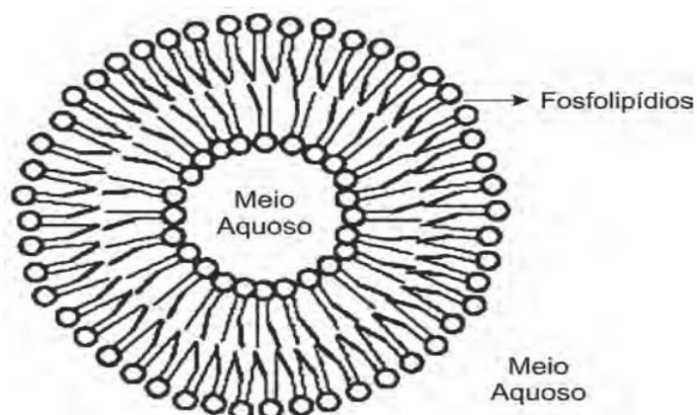
Questão 6 ENEM-2020-Um princípio importante na dissolução de solutos é que semelhante dissolve semelhante. Isso explica, por exemplo, o açúcar se dissolver em grandes quantidades na água, ao passo que o óleo não se dissolve



A dissolução na água, do soluto apresentado, ocorre predominantemente por meio da formação de

- a) ligações iônicas.
- b) ligações covalentes.
- c) interações íon-dipolo.
- d) ligações de hidrogênio
- e) interações hidrofóbicas

Questão 7 ENEM-2012-Quando colocados em água, os fosfolipídeos tendem a formar lipossomos, estruturas formadas por uma bicamada lipídica, conforme mostrado na figura. Quando rompida, essa estrutura tende a se reorganizar em um novo lipossomo. Isso explica, por exemplo, o açúcar se dissolver em grandes quantidades na água, ao passo que o óleo não se dissolve



Esse arranjo característico se deve ao fato de os fosfolipídios apresentarem uma natureza:

- a) polar, ou seja, serem inteiramente solúveis em água.
- b) apolar, ou seja, não serem solúveis em solução aquosa.
- c) anfotérica, ou seja, podem comportar-se como ácidos e bases.
- d) insaturada, ou seja, possuírem duplas ligações em sua estrutura.
- e) anfífilica, ou seja, possuírem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica

Questão 8 ENEM-2021-No cultivo por hidroponia, são utilizadas soluções nutritivas contendo macronutrientes e micronutrientes essenciais. Além dos nutrientes, o pH é um parâmetro de extrema importância, uma vez que ele afeta a preparação da solução nutritiva e a absorção dos nutrientes pelas plantas. Para o cultivo de alface, valores de pH entre 5,5 e 6,5 são ideais para o seu desenvolvimento. As correções de pH são feitas pela adição de compostos ácidos ou básicos, mas não devem introduzir elementos nocivos às plantas. Na tabela, são apresentados alguns dados da composição da solução nutritiva de referência para esse cultivo. Também é apresentada a composição de uma solução preparada por um produtor de cultivo hidropônico.

Espécies químicas		Concentração, mmol/L	
		Composição de referência (5,5 < pH < 6,5)	Solução nutritiva preparada (pH = 4,3)
Macronutrientes	N (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	1,0	0,8
	P (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	1,0	1,0
	K <sup>+</sup>	6,0	3,5
	Ca <sup>2+</sup>	4,0	3,0
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,0	1,0
Micronutrientes	Fe <sup>2+</sup>	90 × 10 <sup>-3</sup>	70 × 10 <sup>-3</sup>
	Cl <sup>-</sup>	-	4,5 × 10 <sup>-3</sup>

Para correção do pH da solução nutritiva preparada, esse produtor pode empregar uma solução de:

- a) ácido fosfórico, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.
- b) sulfato de cálcio, CaSO<sub>4</sub>.
- c) óxido de alumínio, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- d) cloreto de ferro (II), FeCl<sub>2</sub>.
- e) hidróxido de potássio, KOH.

Questão 9 ENEM-2019-Os hidrocarbonetos são moléculas orgânicas com uma série de aplicações industriais. Por exemplo, eles estão presentes em grande quantidade nas diversas frações do petróleo e normalmente são separados por destilação fracionada, com base em suas temperaturas de ebulição. O quadro apresenta as principais frações obtidas na destilação do petróleo em diferentes faixas de temperaturas.

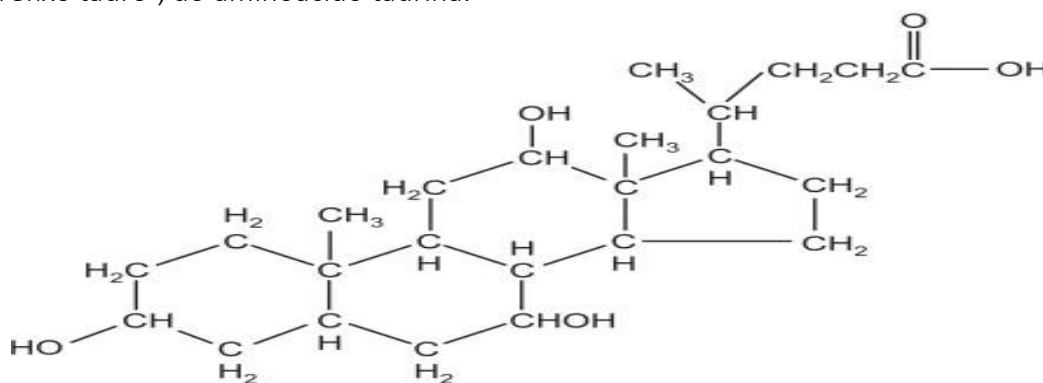
Na fração 4, a separação dos compostos ocorre em temperaturas mais elevadas porque:

Fração	Faixa de temperatura (°C)	Exemplos de produto(s)	Número de átomos de carbono (hidrocarboneto de fórmula geral $C_nH_{2n+2}$ )
1	Até 20	Gás natural e gás de cozinha (GLP)	$C_1$ a $C_4$
2	30 a 180	Gasolina	$C_6$ a $C_{12}$
3	170 a 290	Querosene	$C_{11}$ a $C_{16}$
4	260 a 350	Óleo diesel	$C_{14}$ a $C_{18}$

SANTA MARIA, L. C. et al. Petróleo: um tema para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 15, maio 2002 (adaptado).

- a) suas densidades são maiores; b) o número de ramificações é maior;  
 c) sua solubilidade no petróleo é maior; d) as forças intermoleculares são mais intensas.  
 e) a cadeia carbônica é mais difícil de ser quebrada.

Questão 10 ENEM-2011-A bile é produzida pelo fígado, armazenada na vesícula biliar e tem papel fundamental na digestão de lipídeos. Os sais biliares são esteroides sintetizados no fígado a partir do colesterol, e sua rota de síntese envolve várias etapas. Partindo do ácido cólico representado na figura, ocorre a formação dos ácidos glicólico e taurocólico; o prefixo glico- significa a presença de um resíduo do aminoácido glicina e o prefixo tauro-, do aminoácido taurina.



ácido cólico

UCKO, D. A. *Química para as Ciências da Saúde: uma introdução à Química Geral, Orgânica e Biológica*. São Paulo: Manole, 1992 (adaptado).

A combinação entre o ácido cólico e a glicina ou taurina origina a função amida, formada pela reação entre o grupo amina desses aminoácidos e o grupo

- a) carboxila do ácido cólico; b) aldeído do ácido cólico; c) hidroxila do ácido cólico.  
 d) cetona do ácido cólico; e) éster do ácido cólico.

A sequência didática desenvolvida no presente trabalho (quadro 1) foi aplicada em uma turma com 30 alunos, da turma 232, do 3º ano do Ensino Médio da Fundação Osório. Para apresentação foram utilizados 2 tempos de aula de 45 minutos cada. Vale ressaltar que a Fundação Osório tem por missão ministrar a educação básica e profissional aos dependentes legais de militares do Exército e das demais Forças Singulares, desenvolvendo competência para o trabalho e exercício da cidadania. Sua localização fica no bairro do Rio Comprido na cidade do Rio de Janeiro-RJ.

Quadro 1: Dinâmica da sequência didática

	<b>Atividade</b>	<b>Objetivo</b>
<b>1º momento</b>	Apresentação de um vídeo da plataforma Youtube sobre o percurso geral dos fármacos em nosso organismo ( <a href="https://www.youtube.com/watch?v=j688ggKizjA">https://www.youtube.com/watch?v=j688ggKizjA</a> )	Ambientar os alunos ao tema abordado, além de despertar a curiosidade deles no que diz respeito ao percurso do fármaco em nosso organismo e seu processo de descoberta.
<b>2º momento</b>	Apresentação, através de slides, de fórmulas estruturais em bastão dos fármacos fluoxetina e escitalopram em 2D/3D.	Estimular o aluno a identificar em tais estruturas as funções orgânicas presentes e na sequência prever os tipos de interações intermoleculares presentes em tais fármacos.
<b>3º momento</b>	Ilustração de uma história em quadrinhos (HQ) sobre o uso de medicamentos.	Elucidar a diferença entre os medicamentos de referência, similar e genérico. Bem como explorar questões sociais relacionadas ao uso de medicamentos.
<b>4º momento</b>	Aplicação de um questionário com 10 questões (sendo as 5 primeiras baseadas no tema desenvolvido em aula e as 5 restantes extraídas de exames anteriores do ENEM).	Estimular a participação dos alunos e fomentar neles o desejo de realizar o ENEM.

Fonte: Próprio autor (2022)

O presente trabalho foi iniciado com o relato de minha vida acadêmica, para estabelecer uma relação entre eu (interlocutor) e os estudantes (receptores). Procurei, com clareza, explicar o motivo da minha presença na turma e explanei, detalhadamente, qual seria a dinâmica da sequênciadidática. Em seguida, foi dado início à atividade da sequência didática.

No primeiro momento, foi passado um vídeo curto selecionado na plataforma Youtube, com base no tema abordado, o qual apresentava de maneira didática o percurso de um fármaco em nosso organismo, após o mesmo ser ingerido por via oral. O vídeo encontra-se disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=j688ggKizjA>. Foi utilizado um Datashow para a projeção do vídeo que ilustra o processo farmacocinético do fármaco após sua ingestão por via oral. A apresentação do vídeo teve como objetivo ambientar os alunos em relação ao assunto que seria abordado, além de despertar a curiosidade deles no que diz respeito ao percurso do fármaco em nosso organismo e do seu processo de descoberta. Em seguida, foi iniciada a roda de conversa, onde o objetivo era que eu como professor atuasse como mediador das ideias trazidas pelos alunos, não só estimulando a participação dos mesmos como pedindo para que os mesmos suscitassem dúvidas sobre o que foi falado no vídeo. Nesse momento, foi dado destaque ao conceito de fármaco, diferenciando o mesmo de medicamento e remédio. Em seguida, foram correlacionados os conceitos de farmacocinética/farmacodinâmica com as interações intermoleculares e propriedades físico-químicas de um fármaco. Para facilitar a mediação da roda de conversa, foi preparado um conjunto de slides contendo tópicos sobre os principais temas que seriam abordados. Os slides podem ser encontrados no anexo A.

Logo após a apresentação do vídeo, uma ansiosa mão de aluno se levantou querendo entender o processo farmacocinético demonstrado. Já ali ficou claro para mim que eu estava diante de uma turma ávida por conhecimentos. Perguntei o nome do aluno e expliquei que maiores detalhes seriam dados nos próximos slides.

Após dar a definição, segundo a ANVISA, de fármacos e medicamentos, um outro aluno levantou a mão e perguntou se o IFA presente na vacina era similar ao presente nos medicamentos. Na sequência foi apresentado aos alunos o processo de descoberta dos fármacos desde a antiguidade (que ocorria de forma acidental/ocasional) quando animais e/ou pessoas ingeriam extrato de plantas até o processo atual que se utiliza de modernas técnicas de modelagem molecular que mimetiza o comportamento de moléculas bem como nos auxilia no planejamento de novos fármacos. Novamente, outra aluna levantou a mão e ficou curiosa em saber se ela poderia abrir uma cápsula ou quebrar um comprimido antes de ingerir o mesmo. Deixei claro para ela que uma das funções dos excipientes e veículo era dar



estabilidade ao medicamento, preservando seu princípio ativo até o local designado para absorção do mesmo. Portanto não é uma conduta adequada abrir uma cápsula ou partir um medicamento, a não ser que o mesmo possua uma “valinha” que sugestione sua partição. Após eu definir o que é farmacocinética, um outro aluno levantou a mão e perguntou se o mecanismo de absorção de um medicamento do tipo adesivo Salonpas era o mesmo daquele que fora ingerido via oral. Respondi que a única via de administração que não se observa a fase da absorção é a via endovenosa. Outra pergunta que me deixou bastante estimulado foi a de um aluno que queria saber da relação entre meia-vida de um medicamento com a dose a ser administrada ao paciente. Esclareci ao mesmo que há correlação existente entre a dose aplicada ao paciente e a meia vida do fármaco.

Outro momento bem pertinente foi quando destaquei a distinção existente entre interação intramolecular e intermolecular. A familiarização com o assunto abordado de maneira contextualizada com o que eles haviam tido contato em uma forma tradicional de ensino foi imediata. Destaquei as principais interações intermoleculares que compreendem as forças eletrostáticas, tais como ligações de hidrogênio, dipolo permanente-dipolo permanente e dipolo induzido-dipolo induzido. Foi nítida a percepção de pertencimento ao assunto que já havia sido abordado em sala de aula tinha estreita relação com o processo farmacodinâmico que os fármacos estão inseridos. No slide seguinte, essa empolgação foi completada pelo modelo chave-fechadura que eles já haviam estudado em Biologia, conforme fora relatado pelos alunos.

No momento em que foi apresentado o slide de nº 21 (anexoA) que fala sobre a automedicação e foi abordado o artigo “ O uso de antidepressivos na adolescência e sua automedicação” foi nítida a reação de tensão por partes dos alunos na sala de aula. Deixei claro que minha motivação em abordar tal assunto em sala de aula devia-se ao fato dos números alarmantes concernentes a automedicação e ao uso de antidepressivos em nossa sociedade. Um assunto extremamente sério e que pode ser abordado em sala de aula por várias disciplinas do ensino médio. Entretanto, assim que uma aluna tomou ciência, através do referido slide, que a amitriptilina pertence à classe dos antidepressivos, a mesma demonstrou preocupação por já haver feito uso de tal medicamento. A referida aluna fez questão de compartilhar com a turma que já fez usos

de diversos medicamentos (Omeprazol, Vonau, Dipirona e Diclofenaco) além do citado anteriormente. O que aumentou ainda mais o clima de tensão. Achei curioso a atitude discriminatória que muitos têm em relação aos antidepressivos. Essa experiência diversificada do uso de medicamentos acendeu uma luz para professora Aline que, de maneira discreta, após a aula, conversou comigo e manifestou uma certa preocupação com a aluna.

No segundo momento da sequência didática, foram apresentadas as fórmulas estruturais em bastão dos fármacos fluoxetina e escitalopram (Figuras 5 e 7) e suas estruturas em 3D (Figuras 6 e 8 ). Essa parte teve como objetivo permitir com que os alunos identificassem as funções orgânicas presentes nesses fármacos e, a partir disso, prever os tipos de interações intermoleculares que os fármacos poderiam fazer. O tempo de duração da segunda parte foi de cerca de 15 minutos, fechando o primeiro tempo de aula.

A animação dos alunos ao reconhecerem as funções orgânicas previamente estudadas nos fármacos apresentados foi nítida. Inclusive, foi espontânea a reação dos mesmos em querer adivinhar a presença de tais funções nas estruturas da fluoxetina e do escitalopram.

No slide de nº 29 (anexo A) foi ilustrado diversas fórmulas estruturais no formato bastão de alguns medicamentos conhecidos, tais como: AAS, captopril, cimetidina, sildenafila e loratadina. Assim que foi apresentado o referido slide, os alunos de maneira bem alvoroçada, começaram de forma espontânea a tentar adivinhar os efeitos terapêuticos de cada medicamento. No entanto, o objetivo inicial da inserção do slide consistia em os jovens tentar identificar qual a similaridade existente entre os diversos medicamentos ilustrados. Apenas 1/5 dos alunos, de uma turma total de 30 alunos, identificaram que em todas as fórmulas estruturais apresentadas havia a presença de pelo menos um anel aromático. Todavia, nenhum deles soube o motivo de tal similaridade. Esclareci que tal similaridade deve-se ao fato que mais de 50% dos fármacos existentes apresentam pelo menos um anel aromático em sua fórmula estrutural. O motivo é que o anel aromático além de conferir estabilidade ao fármaco permite ao mesmo a possibilidade de diversas substituições em função de sua reatividade, o que facilita o processo de desenvolvimento de novos fármacos.

Foram utilizados instrumentos pedagógicos que auxiliaram ao longo da

dissertação o processo de construção do conhecimento. A utilização do tema fármacos foi de grande contribuição nessa construção. A contextualização das aulas e o uso tecnologias da informação e comunicação, utilizadas em função dos alunos pode proporcionar uma aprendizagem sólida, motivadora, crítica e reflexiva. Com o auxílio do vídeo apresentado sobre o percurso do fármaco em nosso organismo foi possível despertar nos alunos a aprendizagem reflexiva. A utilização do tema medicamentos é uma realidade que engloba todos nós e pode proporcionar uma aprendizagem motivadora. A aprendizagem crítica foi proporcionada ao aluno no instante em que o mesmo pode ter a compreensão da equivalência de eficácia entre um medicamento genérico e de referência.

Infelizmente, há uma mística em torno da disciplina de química ministrada no Ensino Médio, tida muitas vezes pelos alunos como algo de difícil aprendizado por ser norteadada, muita das vezes, em conceitos não aplicáveis ao cotidiano. Quando a disciplina é apresentada aos alunos sob uma nova perspectiva, pode se tornar algo mais dinâmico, envolvendo pesquisas, estudos, debates e análise crítica de conceitos.

**Figura 11 – Imagem do docente com os discentes da Fundação Osório**



Fonte: Próprio autor (2022)

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do tema fármacos foi capaz de potencializar o ensino dos conteúdos químicos abordados. A utilização de temas geradores que estejam inseridos no cotidiano dos alunos auxilia o processo de ensino aprendizagem. O cotidiano do aluno confrontado ao conhecimento químico que foi abordado através dos temas geradores, possibilitou ao aluno um caráter investigador, um sentimento de autonomia e capacidade de tomada de decisões frente às situações problemáticas.

Com o intuito de diversificar esse processo de ensino aprendizagem, decidimos propor uma série de atividades relacionadas a química medicinal para serem aplicadas no ensino de química a nível de ensino médio, sendo um material para o professor utilizar conforme a realidade que está inserido. Certamente a utilização de um tema gerador como recurso para uma aprendizagem significativa foi o foco desse trabalho, para tal fora utilizado atividades importantes para enriquecer a roda de conversa e questionamentos sobre conceitos químicos e o papel primordial do nosso órgão de vigilância sanitária -ANVISA, que tem a missão de promoção de saúde da nossa população, através do controle da produção e consumo de insumos submetidos a essa vigilância.

A proposta dessa SD resultou na publicação de um resumo apresentado durante a 11ª Semana de Integração Acadêmica da UFRJ, realizada em ambiente virtual no período de 14 a 18 de fevereiro de 2022, cujo certificado encontra-se no Anexo B.

Espero que este material seja de grande valia para a prática docente de outros professores com o intuito de formação de futuros melhores discentes. Coloco-me à disposição através do e-mail [alsbrum@yahoo.com.br](mailto:alsbrum@yahoo.com.br) para sanar dúvidas bem como receber contribuições para o enriquecimento deste material.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. ANVISA. **Insumos Farmacêuticos Ativos**, 2018. Disponível em: <<http://antigo.anvisa.gov.br/documents/3395623/0/Perguntase+respostas++IFA/3f1a139a-b758-4a12-8ea2-499408d3efc2>>. Acesso em: 8 jul. 2021.

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios da Química: questionamento a vida moderna e o meio ambiente**. Tradução Ricardo Bicca de Alencastro. 3ª ed. Porto Alegre. Bookmam, 2006.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. - Características da investigação qualitativa. In: **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Porto Editora, 1994.

BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias: **Parâmetros Curriculares nacionais – Ensino médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília. MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em 03 nov 2020.

BRUNTON, L.L.; DANDAN, R.H. **Manual de Farmacologia e Terapêutica de Goodman & Gilman**. 2ª ed. Porto Alegre. AMGH Editora Ltda., 2015.

CARVALHO, A., & PEREZ, D. (2001). **O saber e o saber fazer dos professores**. In a. d. CASTRO & A. M. P. CARVALHO (Org.), *Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média* (pp.107-124). São Paulo, SP: Cengage Learning Editores.

COSTA, J. C. S.; PAGOTTO, M. C.; CASAS, C.N.P.R.; VARGAS, M. A.; BARROS, J.C.; BERMUDEZ, J.A.Z. **Avaliação do setor produtivo farmoquímico no Brasil- Capacitação tecnológica e produtiva**. Revista Eletron de Comun Inf Inov Saúde.out-dez; 8(4): p.443-460, 2014.

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**. Revista Química Nova na Escola. São Paulo Vol. 34, N° 1, p. 21-25, Fev. 2012.

SCHNETZLER, R. P. **Apontamentos sobre a História do Ensino de Química no Brasil**. In: SCHNETZLER, R. P.; SANTOS, W. L. P. dos. *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, 2010.

Secretaria Geral de Educação a Distância da Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 2021. Disponível em: [https://inovaeh.sead.ufscar.br/wp-content/uploads/2021/06/Tutorial-Pixton\\_2021.pdf](https://inovaeh.sead.ufscar.br/wp-content/uploads/2021/06/Tutorial-Pixton_2021.pdf). Acesso em 05 mai 2022.

SILVA, L.H.D.; ZANON, L.B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M.R. **Ensino de ciências: fundamentos e Abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000, p. 182.

ZABALA, A. (1998). **Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como educar**. Porto Alegre, 2006.

## ANEXO A



Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Instituto de Química  
Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional

### ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO-SE O TEMA GERADOR FÁRMACOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NO ENSINO MÉDIO

Mestrando: André Luís Silveira Brum

Orientador: Prof. Dr. Raoni Schroeder Borges Gonçalves

## CONDIÇÕES DO TÍTULO DE MESTRADO

- ❖ No Mestrado a CAPES indica como produção para obtenção do título de mestre a Dissertação de Mestrado e um Produto Educacional.
- ❖ O Produto Educacional é um objeto de aprendizagem (por ex. pequeno livro, manual de atividades, **sequência didática**, software, jogo educativo, etc.) desenvolvido com base em trabalho de pesquisa científica que visa disponibilizar contribuições para a prática profissional de professores da Educação Básica, futuros professores, professores do Ensino Superior e Formadores de professores

## PRODUTO EDUCACIONAL

- ❖ RODA DE CONVERSA
- ❖ HISTÓRIA EM QUADRINHOS (HQ)
- ❖ APLICAÇÃO DE UM QUESTIONÁRIO

3

## INTRODUÇÃO



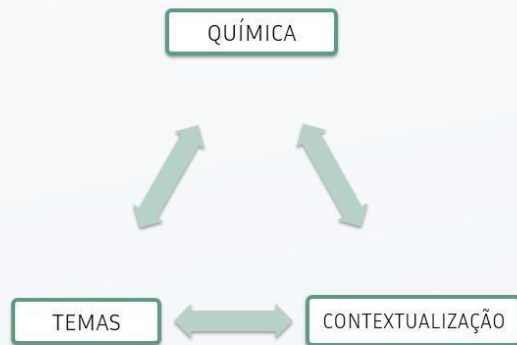
DESAFIOS

[https://www.clipartmax.com/middle/m2i8Z5K9K9N4G6i8\\_the-chase-design-brain-social-media-png/](https://www.clipartmax.com/middle/m2i8Z5K9K9N4G6i8_the-chase-design-brain-social-media-png/)

4



## INTRODUÇÃO



<https://www.willianrezende.com.br/antidepressivos-podem-causar-dependencia/>

5

## 1º PRODUTO EDUCACIONAL

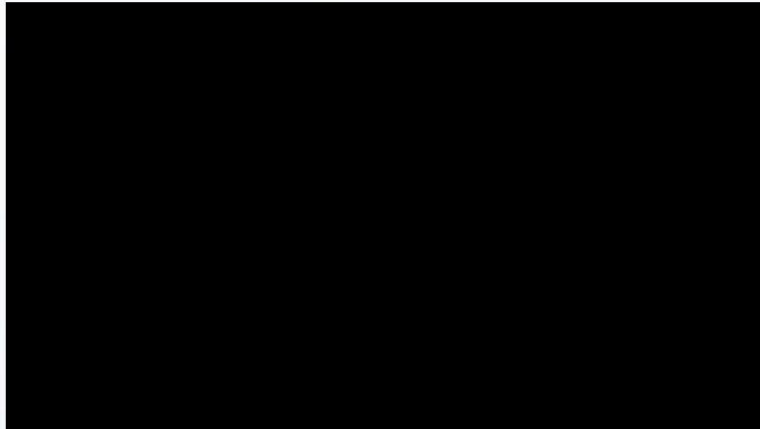
Roda de conversa



<https://oermoedersvannu.nl/wp-content/uploads/2017/07/Ubuntu-815x543.jpg>

6

## PERCURSO DO FÁRMACO

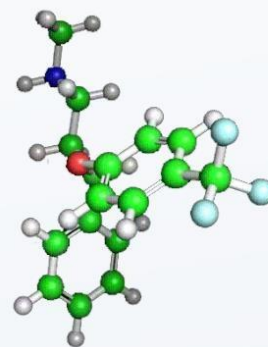


<https://www.youtube.com/watch?v=I688qqKizjA>

7

## FÁRMACOS OU IFA

- ❖ Definição de fármacos
- ❖ Medicamentos
- ❖ Remédios



Arquivo pessoal do grupo (2020)

8

## PROCESSO DE DESCOBERTA DOS FÁRMACOS

### FARMOQUÍMICA

- ❖ Fabricante do IFA;
- ❖ Indústria de Química Fina;
- ❖ Utiliza como matéria-prima produtos naturais ou de origem biológica;
- ❖ Oferece seu produto a Indústria Farmacêutica.

### FARMACÊUTICA

- ❖ Fabricante do produto acabado;
- ❖ Indústria de Formulação e Mistura;
- ❖ Utiliza como matéria-prima os IFAs, excipientes e veículo;
- ❖ Oferece o produto pronto para o uso e consumo humano.

Uma empresa pode possuir ambas instalações

COSTA, J. C. S.; PAGOTTO, M. C.; CASAS, C.N.P.R.; VARGAS, M. A.; BARROS, J.C.; BERMUDEZ, J.A.Z. *Avaliação do setor produtivo farmoquímico no Brasil- Capacitação tecnológica e produtiva*. Revista Eletron de Comun Inf Inov Saúde.out-dez, 8(4): p.443-460,2014.

9

## ASPECTOS ENVOLVIDOS NA ADMINISTRAÇÃO DO FÁRMACO

A Farmacologia se divide em:

- ❖ Farmacocinética (grego kinetós = móvel), estuda o movimento do fármaco no corpo.
- ❖ Farmacodinâmica que estuda o efeito do fármaco em nosso corpo.



<https://xsj.699pic.com/tupian/0ty9lj.html>

10

## FARMACOCINÉTICA

- ❖ **Definição:** É o estudo do movimento de uma substância química, em particular, um fármaco no interior de um organismo vivo.
- ❖ A fase Farmacocinética é norteadada por variações nas **propriedades físico-químicas** de um fármaco (tamanho, peso molecular, ponto de ebulição e fusão e pKA).

11

## FARMACOCINÉTICA

**Absorção:** processo no qual o fármaco deixa o seu local de administração e alcança o fluxo sanguíneo;

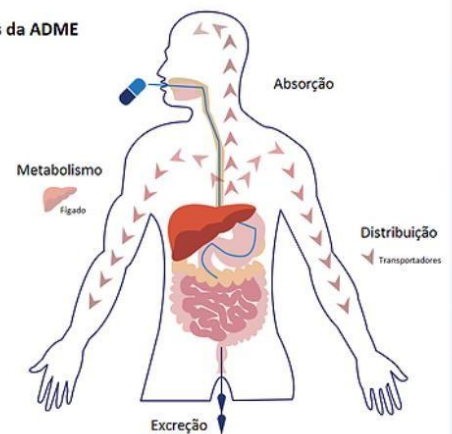
**Distribuição:** é a passagem do fármaco do fluxo sanguíneo para outros tecidos;

**Metabolização:** é a conversão do fármaco em outra substância, geralmente através de Enzimas. Ocorre comumente no fígado, rins, pulmões;

**Excreção:** Os rins são a principal via de excreção. Podendo ocorrer através dos pulmões, fezes, lágrimas, suor e saliva.

TOZER, T. M.; ROWLAND, M. *Introdução a farmacocinética e farmacodinâmica: as bases quantitativas da terapia farmacológica*. Porto Alegre: Artmed, 2009. 336 p.

Os princípios da ADME



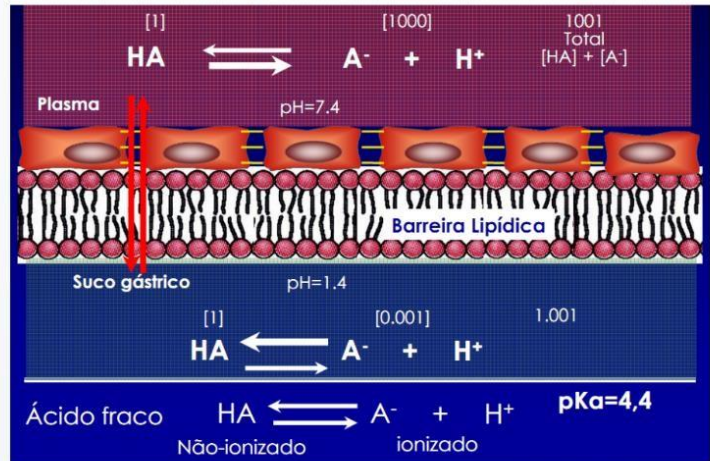
<https://enfermagemcomamor.com.br/index.php/2018/04/19/nocoes-basicas-de-farmacologia/>

12

## PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

### Absorção

(o que define se o fármaco será protonado ou não é o pH do meio)



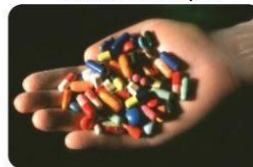
BRUNTON, L.L.; DANDAN, R.H. *Manual de Farmacologia e Terapêutica de Goodman & Gilman*. 2ª ed. Porto Alegre. AMGH Editora Ltda, 2015.

13

## FATORES AMBIENTAIS

### Farmacocinética

Farmacoterapia



Álcool



Tabagismo



Nutrição

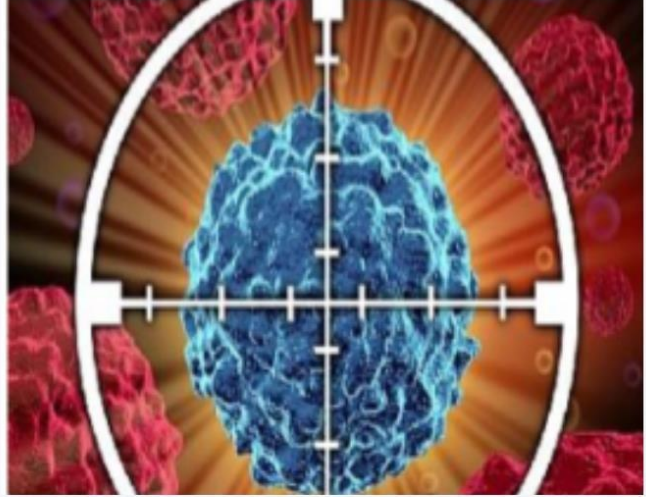


BRUNTON, L.L.; DANDAN, R.H. *Manual de Farmacologia e Terapêutica de Goodman & Gilman*. 2ª ed. Porto Alegre. AMGH Editora Ltda, 2015.

14

## FARMACODINÂMICA

Alvos Moleculares  
dos fármacos



BRUNTON, L.L.; DANDAN, R.H. *Manual de Farmacologia e Terapêutica de Goodman & Gilman*. 2ª ed. Porto Alegre. AMGH Editora Ltda., 2015.

15

## FARMACODINÂMICA

FÁRMACO



Sítio de ação no  
sistema biológico

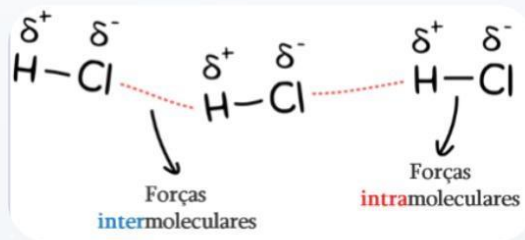
*Forças  
intermoleculares*

16

# ATENÇÃO

Não confunda interações intermoleculares com interações intramoleculares!

A interação que mantém os átomos de uma **molécula unidos** é uma interação intramolecular. A atração **entre as moléculas** é uma atração intermolecular



Interações intramoleculares são mais fortes que intermoleculares.

17

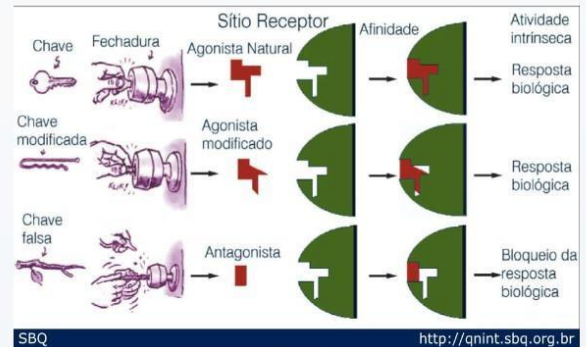
## FARMACODINÂMICA

- ❖ Farmacodinâmica é determinada por interações intermoleculares que compreendem forças eletrostáticas, tais como ligações de hidrogênio, dipolo permanente-dipolo permanente e dipolo induzido-dipolo induzido;
- ❖ O grau de afinidade e a especificidade da ligação entre o fármaco e seu sítio receptor está intrinsecamente relacionado com a Química básica. As forças intermoleculares são as forças de atração existente entre as moléculas. Lembrando que o que determina o estado físico é a distância entre as moléculas.

18

## FARMACODINÂMICA

- ❖ A formação do complexo fármaco-receptor é influenciada pela afinidade do fármaco pelo seu alvo farmacológico. Essa afinidade está relacionada com a força de interação reversível entre o fármaco e o receptor (interações intermoleculares);
- ❖ O modelo chave-fechadura é uma representação grosseira da realidade, uma vez que o complexo fármaco-receptor apresenta natureza tridimensional.



<http://qnint.sbq.org.br/novo/index.php?hash=tema.15>

TOZER, T. M.; ROWLAND, M. *Introdução a farmacocinética e farmacodinâmica: as bases quantitativas da terapia farmacológica*. Porto Alegre: Artmed, 2009. 336 p.

19

## ALVOS MOLECULARES

### Alvos Moleculares dos Fármacos

#### Receptores:

Acoplados a Proteína G;  
Ligados a canais iônicos;  
Ligados a Tirosina e quinase;  
Nucleares

#### Canais iônicos

Cálcio, Sódio e Cloreto

#### Enzimas

Acetilcolinesterase; ECA;  
Ciclooxigenase

#### Carreadores

Recaptador de Serotonina

20



## AUTOMEDICAÇÃO

- ❖ De acordo com o artigo de revisão literária “ O uso de antidepressivos na adolescência e sua automedicação” a depressão na adolescência pode ser ocasionada por fatores como: autocobrança, perda de entes queridos, abuso sexual, angústia.....
- ❖ Nesse artigo é relatado uma pesquisa de campo onde foi constatado que quase 40% dos jovens entrevistados apresentavam leves sintomas de depressão e por conseguinte faziam uso de antidepressivos;
- ❖ Entre os antidepressivos mais utilizados na automedicação a Fluoxetina (41%) é a mais utilizada. Seguida pela amitriptilina(17%), Sertralina (8%)...
- ❖ A automedicação ocorre em diversos países devido a fatores socioeconômicos. Se faz necessária a elaboração de mais estudos sobre o assunto para esclarecimento da população em geral e colaboração com os profissionais de saúde.

BARBOZA, M.P.; MEDEIROS, D.B.S.; SILVA, M. N.; DE SOUZA, P.V.D.G. O uso de antidepressivo na adolescência e sua automedicação- *Research, Society and Development*, v. 10, n. 15, nov. 2021.

21

## 2º MOMENTO

### Objetivos:

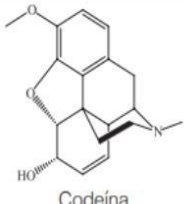
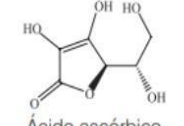
- ❖ Identificar as funções Orgânicas;
- ❖ Visualizar a estrutura em 3D.



<https://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-lupa-com-qr-c%C3%B3digo-image44902031>

22

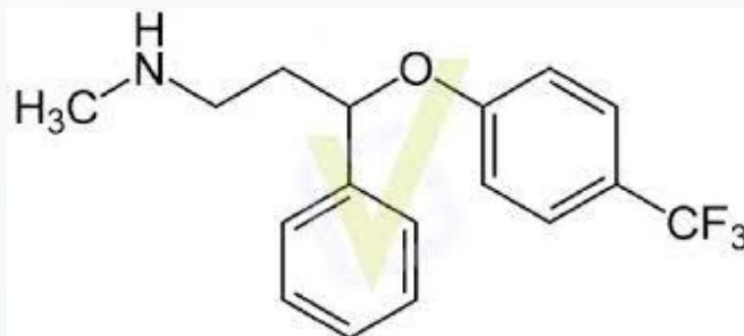
## METODOLOGIA

Medicamento	Estrutura química do princípio ativo	Funções orgânicas
Codaten®	 <p>Codeína</p>	Alceno, álcool, éter e amina
Energil C®	 <p>Ácido ascórbico</p>	Álcool, enol e éster

Medicamento	Estrutura química do princípio ativo	Funções orgânicas
Tylenol®	 <p>Paracetamol</p>	Fenol e amida
Aspirina®	 <p>Ácido acetilsalicílico</p>	Ácido carboxílico e éster

23

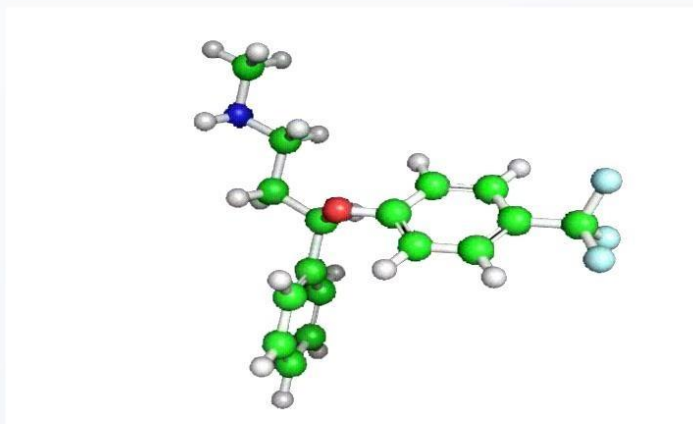
## FLUOXETINA



<https://lh3.googleusercontent.com/InvF0ckzCfBwBfWwWBkEzPCsOopmDcB4wdPP0me-deq7hdNHazYdfKwzmAB-ZW0hSEh1w0qI=s170>

24

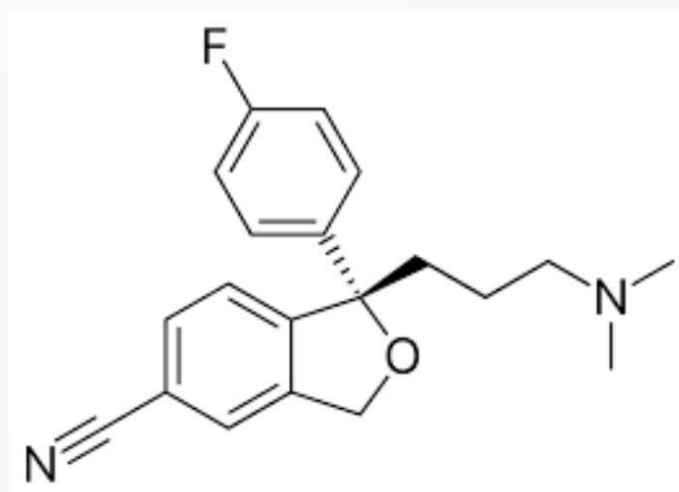
## FLUOXETINA



Fluoxetina (nome comercial: Prozac) – medicamento mais vendido  
Fonte: Arquivo pessoal do grupo (2020)

25

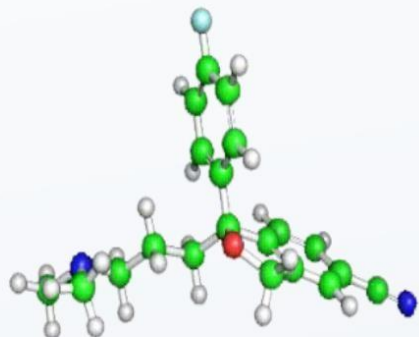
## ESCITALOPRAM



<https://www.lifeder.com/wp-content/uploads/2019/09/1280px-Escitalopram-588x420.jpg>

26

## ESCITALOPRAM

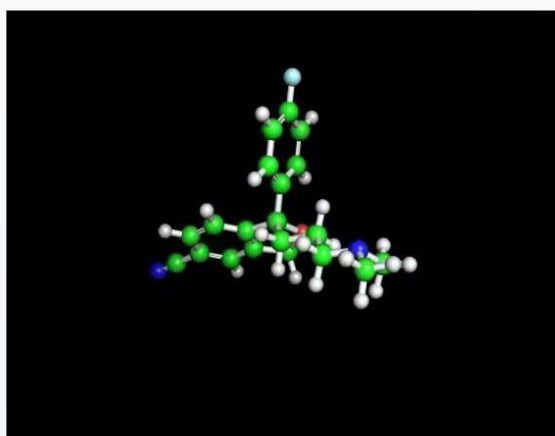
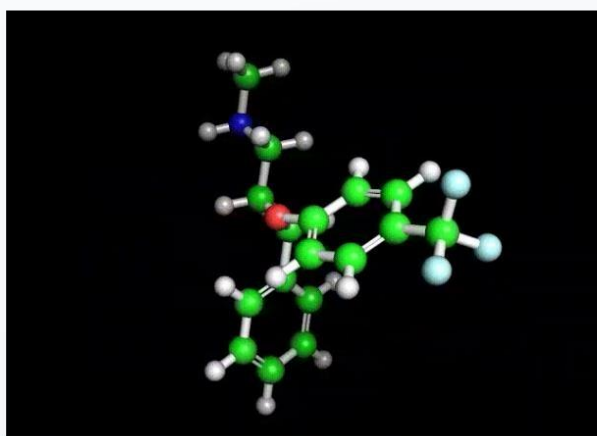


Escitalopram

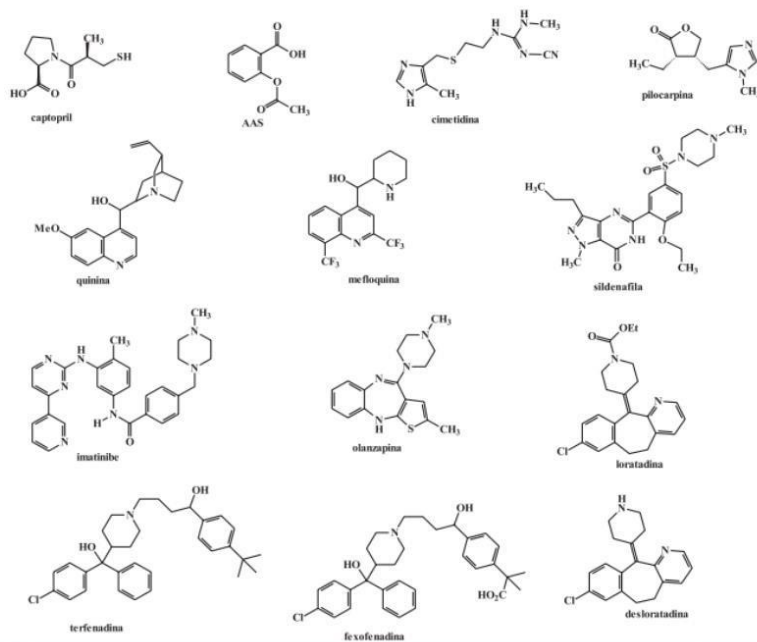
Fonte: Arquivo pessoal do grupo (2020).

27

## GIFS DA FLUOXETINA E ESCITALOPRAM



28



## CURIOSIDADE

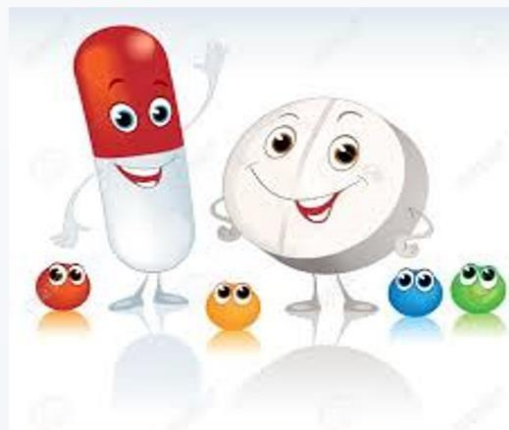
[http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol30No6\\_1456\\_14-S07426.pdf](http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol30No6_1456_14-S07426.pdf)

29

30

## 2º PRODUTO EDUCACIONAL

- ❖ Inserção de uma HQ de utilidade pública



<https://i.pinimg.com/564x/84/28/d6/8428d6e3e29086fc83e2871e7aa615b5.jpg>

30

## 2º PRODUTO EDUCACIONAL



31

## 2º PRODUTO EDUCACIONAL



32

## 2º PRODUTO EDUCACIONAL



33

## 2º PRODUTO EDUCACIONAL



34

## 2º PRODUTO EDUCACIONAL



35

## 2º PRODUTO EDUCACIONAL

- ❖ Elucidar a diferença entre medicamento de marca( referência), similar e genérico.
- ❖ Evidenciar o papel de órgãos reguladores como a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) no tocante ao controle da produção e consumo de insumos submetidos a essa vigilância;
- ❖ Será destacado o papel importante da Ciência e Tecnologia, em especial nesse momento de pandemia do novo Coronavírus.

36



### 3° PRODUTO EDUCACIONAL

**Questão 1:** O que se entende por fármaco?

**Questão 2:** Cite pelo menos duas propriedades físico-químicas dos compostos orgânicos?

**Questão 3:** O que se entende por farmacocinética e farmacodinâmica?



37

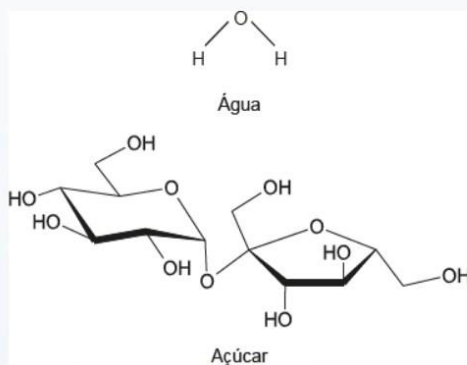
**Questão 4:** Quais são os 3 tipos de forças intermoleculares?

**Questão 5:** Na sua opinião, qual seria a melhor forma de evitar a falta de IFA para a produção de medicamentos?



38

**Questão 6** (ENEM-2020)-Um princípio importante na dissolução de solutos é que semelhante dissolve semelhante. Isso explica, por exemplo, o açúcar se dissolver em grandes quantidades na água, ao passo que o óleo não se dissolve



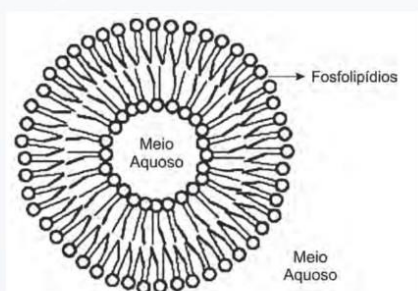
A dissolução na água, do soluto apresentado, ocorre predominantemente por meio da formação de

- a) ligações iônicas.
- b) ligações covalentes.
- c) interações íon-dipolo.
- d) ligações de hidrogênio
- e) interações hidrofóbicas

<https://www.qconcursos.com/questoes-do-enem/questoes/687f5c19-7c>

39

**Questão 7** (ENEM-2012)-Quando colocados em água, os fosfolípidos tendem a formar lipossomos, estruturas formadas por uma bicamada lipídica, conforme mostrado na figura. Quando rompida, essa estrutura tende a se reorganizar em um novo lipossomo. Isso explica, por exemplo, o açúcar se dissolver em grandes quantidades na água, ao passo que o óleo não se dissolve



Esse arranjo característico se deve ao fato de os fosfolípidos apresentarem uma natureza:

- a) polar, ou seja, serem inteiramente solúveis em água.
- b) apolar, ou seja, não serem solúveis em solução aquosa.
- c) anfotérica, ou seja, podem comportar-se como ácidos e bases.
- d) insaturada, ou seja, possuírem duplas ligações em sua estrutura.
- e) anfifílica, ou seja, possuírem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica.

<https://www.qconcursos.com/questoes-do-enem/questoes/86e7e0ac-bf>

40

**Questão 8** ( ENEM-2021)-No cultivo por hidroponia, são utilizados soluções nutritivas contendo macronutrientes e micronutrientes essenciais. Além dos nutrientes, o pH é um parâmetro de extrema importância, uma vez que ele afeta a preparação da solução nutritiva e a absorção dos nutrientes pelas plantas. Para o cultivo de alface, valores de pH entre 5,5 e 6,5 são ideais para o seu desenvolvimento. As correções de pH são feitas pela adição de compostos ácidos ou básicos, mas não devem introduzir elementos nocivos às plantas. Na tabela, são apresentados alguns dados da composição da solução nutritiva de referência para esse cultivo. Também é apresentada a composição de uma solução preparada por um produtor de cultivo hidropônico.

Espécies químicas	Concentração, mmol/L		
	Composição de referência (5,5 < pH < 6,5)	Solução nutritiva preparada (pH = 4,3)	
Macronutrientes	N (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	1,0	0,8
	P (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	1,0	1,0
	K <sup>+</sup>	6,0	3,5
	Ca <sup>2+</sup>	4,0	3,0
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,0	1,0
Micronutrientes	Fe <sup>2+</sup>	90 × 10 <sup>-3</sup>	70 × 10 <sup>-3</sup>
	Cl <sup>-</sup>	-	4,5 × 10 <sup>-3</sup>

Para correção do pH da solução nutritiva preparada, esse produtor pode empregar uma solução de:

- ácido fosfórico, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.
- sulfato de cálcio, CaSO<sub>4</sub>.
- óxido de alumínio, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- cloreto de ferro(II), FeCl<sub>2</sub>.
- hidróxido de potássio, KOH.

<https://www.qconcursos.com/questoes-do-enem/questoes/31cb9dea-57>

41

**Questão 9** (ENEM-2019)-Os hidrocarbonetos são moléculas orgânicas com uma série de aplicações industriais. Por exemplo, eles estão presentes em grande quantidade nas diversas frações do petróleo e normalmente são separados por destilação fracionada, com base em suas temperaturas de ebulição. O quadro apresenta as principais frações obtidas na destilação do petróleo em diferentes faixas de temperaturas.

Fração	Faixa de temperatura (°C)	Exemplos de produto(s)	Número de átomos de carbono (hidrocarboneto de fórmula geral C <sub>n</sub> H <sub>2n+2</sub> )
1	Até 20	Gás natural e gás de cozinha (GLP)	C <sub>1</sub> a C <sub>4</sub>
2	30 a 180	Gasolina	C <sub>6</sub> a C <sub>12</sub>
3	170 a 290	Querosene	C <sub>11</sub> a C <sub>16</sub>
4	260 a 350	Óleo diesel	C <sub>14</sub> a C <sub>18</sub>

SANTA MARIA, L. C. et al. Petróleo: um tema para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 15, maio 2002 (adaptado).

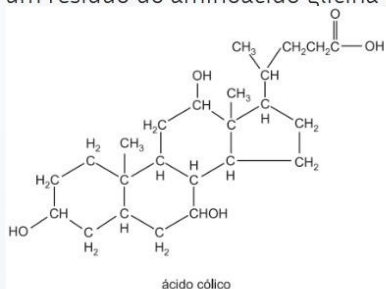
Na fração 4, a separação dos compostos ocorre em temperaturas mais elevadas porque

- suas densidades são maiores.
- o número de ramificações é maior.
- sua solubilidade no petróleo é maior.
- as forças intermoleculares são mais intensas.
- a cadeia carbônica é mais difícil de ser quebrada.

<https://www.qconcursos.com/questoes-do-enem/questoes/4adae819-0a>

42

**Questão 10** (ENEM-2011) -A bile é produzida pelo fígado, armazenada na vesícula biliar e tem papel fundamental na digestão de lipídeos. Os sais biliares são esteroides sintetizados no fígado a partir do colesterol, e sua rota de síntese envolve várias etapas. Partindo do ácido cólico representado na figura, ocorre a formação dos ácidos glicólico e taucólico; o prefixo glico- significa a presença de um resíduo do aminoácido glicina e o prefixo tauro-, do aminoácido taurina.



UCKO, D. A. *Química para as Ciências da Saúde: uma introdução à Química Geral, Orgânica e Biológica*. São Paulo: Manole, 1992 (adaptado).

A combinação entre o ácido cólico e a glicina ou taurina origina a função amida, formada pela reação entre o grupo amina desses aminoácidos e o grupo

- carboxila do ácido cólico.
- aldeído do ácido cólico.
- hidroxila do ácido cólico.
- cetona do ácido cólico.
- éster do ácido cólico.

[https://www.qconcur.com/questoes-do-enem/questoes/962cc7f0-88?utm\\_source=midia-paga&utm\\_medium=google-search&utm\\_campaign=black-friday](https://www.qconcur.com/questoes-do-enem/questoes/962cc7f0-88?utm_source=midia-paga&utm_medium=google-search&utm_campaign=black-friday)

43

## DIFERENCIAL DA PROPOSTA

- ❖ A proposta adotada está de acordo com a Resolução nº 4 de 17 de dezembro de 2018 que instituiu a nova BNCC-EM.
- ❖ Conforme o inciso I do Art. 7º as propostas pedagógicas das instituições escolares devem contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas;
- ❖ No inciso VI do mesmo Art. preconiza que os docentes devem selecionar, produzir, aplicar e avaliar recursos didáticos e tecnológicos para apoiar o processo de ensinar e aprender;

44

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ❖ O tema proposto tem um bom potencial e pode ser de grande aceitabilidade e funcionalidade para trabalhar os conceitos de Química Orgânica no Ensino Médio;
- ❖ O cotidiano do aluno em confronto ao conhecimento químico poderá propiciar ao mesmo um caráter investigador e uma capacidade de iniciativa frente a situações problemáticas;
- ❖ Os medicamentos atuam na defesa do nosso organismo. A automedicação é uma realidade em nossa cultura. O abuso de medicamentos deve ser mais racional;

45

## APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL



### ARTIGOS COMPLEMENTARES:

- ❖ O uso de antidepressivos na adolescência e sua automedicação
- ❖ Avaliação do setor produtivo farmoquímico no Brasil: capacitação tecnológica e produtiva
- ❖ Desabastecimento de medicamentos: determinantes, consequências e gerenciamento
- ❖ Interações Intermoleculares

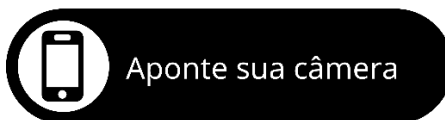
<https://bitly.com/fTJkBs>

46

**AGRADEÇO A ATENÇÃO DE TODOS!**

Contato: (21) 98891-9069

**O material produzido no anexo A pode ser encontrado no QR code abaixo:**



## ANEXO B

### CERTIFICADO COMPROBATÓRIO DE APRESENTAÇÃO DE TRABALHO ORAL NA 11ª SEMANA DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA – 11ª SIAC 2022.



## ANEXO C

### PESQUISA DE OPINIÃO SOBRE O TRABALHO PROPOSTO

(Não é obrigatória a identificação)

- 1) Em sua opinião o tema “Elaboração de uma Sequência Didática utilizando-se o tema gerador Fármacos para o ensino de Química Orgânica no Ensino Médio” apresenta uma relevância para ser aplicado em sala de aula?

( ) SIM ( ) NÃO

- 2) Em sua residência você e sua família têm o hábito da prática da automedicação?

( ) SIM ( ) NÃO

- 3) Qual a diferença entre fármaco e medicamento?

- 4) Em sua residência com que frequência o medicamento genérico é consumido?

- a) sempre
- b) frequentemente
- c) nunca
- d) não costuma fazer uso de medicamento

- 5) As 3 atividades propostas como produto educacional, buscam novas maneiras de abordagem dos assuntos relacionados à química orgânica, a saber: interações intermoleculares, identificação de função orgânica presente nos fármacos e propriedades físico-química dos fármacos. Em uma escala de 0 (zero) -para a nota mais baixa a 5 (cinco) – para a melhor nota, como você avalia as atividades propostas na sequência?

Roda de conversa: \_\_\_\_\_

Identificação de fç org. no fármaco: \_\_\_\_\_

Inserção de HQ: \_\_\_\_\_