

Bioquímica e culinária



Atividades práticas para o estudo das biomoléculas

Gisele Tortorella dos Santos



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237 Santos, Gisele Tortorella dos
Bioquímica e culinária : atividades práticas
para o estudo das biomoléculas/ Gisele Tortorella
dos Santos - Rio de Janeiro : Núcleo de Extensão,
Pesquisa e Editoração do CAP-UERJ, 2022.
PDF (100 f.) : il. Color.

ISBN 978-65-88405-92-5

1. Bioquímica - Estudo e ensino (Ensino médio).
 2. Gastronomia molecular. 3. Aprendizagem ativa.
- I. Título.

CDD 572.07

Natalia Tortorella dos Santos - Bibliotecária - CRB-7/6416



Este e-book foi elaborado como produto da dissertação da discente Gisele Tortorella dos Santos, sob orientação da Profa. Dra. Leticia Loss de Oliveira e coorientação da Profa. Dra. Débora de Aguiar Lage no Mestrado profissional de Ensino de Biologia - PROFBIO, cursado na unidade UERJ. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.



PROFBIO
Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia

Unidade
UERJ



Sumário

Prefácio	5
Apresentação	7
Receitas/experimentos	10
Margarina saudável	10
Transformando a receita de margarina em uma manteiga vegana	13
Brigadeiro tradicional x brigadeiro gourmet: a diferença é só o preço?	18
Queijo fake: pode isso?	21
Cappuccino decorado	23
Geleia de maracujá	27
logurte	32
Pão artesanal	35
Laranja cristalizada	42
Salada de frutas	46
Mousse de chocolate sem ovo cru	48
Delícia de abacaxi	53
Calda de baunilha para bolos	57
Relembrando um pouco sobre as moléculas abordadas	60
Água	60
<i>pH</i>	62



Carboidratos	63
<i>Monossacarídeos</i>	64
<i>Dissacarídeos</i>	65
<i>Curiosidade aleatória e interessante</i>	66
<i>Oligossacarídeos</i>	66
<i>Polissacarídeos</i>	67
Lipídios	69
<i>Ácidos graxos</i>	70
<i>Gordura saturada x gordura insaturada</i>	71
<i>Gorduras trans</i>	73
<i>Triglicerídeos</i>	75
<i>Fosfolipídios</i>	76
<i>Esteróides</i>	77
Proteínas	79
<i>Aminoácidos</i>	80
<i>Vamos dar uma olhada na</i> <i>estrutura das proteínas?</i>	81
<i>Estrutura primária</i>	81
<i>Estrutura secundária</i>	82
<i>Estrutura terciária</i>	82
<i>Estrutura quaternária</i>	84
<i>Desnaturação proteica</i>	84
<i>Proteases</i>	85
Abordagem investigativa	87
Sobre a autora	94
Referências	95



Prefácio

É comum ouvir reclamações sobre a Química... Seja expresso em músicas, como fez Renato Russo, ou no dia a dia da sala de aula. E quando esta famigerada disciplina resolve se reunir à Biologia, gera uma mistura não muito bem vista nem quista: a tal de Bioquímica.

O Lehninger, livro que serve de norte para os estudantes desta disciplina, sejam iniciantes ou de nível mais avançado, também é tema de muitos memes pela internet, relatando o temor dos estudantes dos cursos das Ciências da Saúde.

Mas a Gisele vai na contramão disso. Desde a graduação, quando cursávamos Bioquímica, enquanto muitos colegas reclamavam de estar ali, ela quis ser monitora. E assim, foi me encantando pelo mundo mágico das reações e compostos.

E seguiu... Como professora, revelando a beleza escondida atrás das reclamações e má fama da disciplina.



E lembrando que ela pode ser doce como um brigadeiro.

Neste material, é possível olhar a Bioquímica de uma forma mais terna, como ela merece. E que outros professores possam segui-la nessa contramão que significa avanço.

Vanessa Ivo.

*Vanessa Ivo é professora de Ciências e Biologia e mestre em Ensino de Biologia.



Apresentação

A ideia base para a realização deste trabalho surgiu como uma forma de unir duas áreas do conhecimento encantadoras para mim: a Bioquímica e a Gastronomia. Após 10 anos atuando na Educação, percebi a dificuldade dos estudantes do Ensino Médio, dos graduandos e dos professores em relação ao conteúdo de Bioquímica. Pude observar também, que grande parte dos estudantes do Ensino Médio apresenta uma certa resistência, classificando essa área da Biologia como difícil e/ou chata. Infelizmente, muitos professores também não possuem muito interesse pela Bioquímica, o que acarreta em uma aquisição menor de conhecimentos nesta área em comparação com outras áreas da Biologia, assim como um menor tempo dedicado ao assunto durante as aulas.

Este material apresenta algumas atividades práticas simples, que podem ser feitas em sala de aula ou de forma remota, a maior parte com materiais



acessíveis e de baixo custo, baseadas no preparo de receitas, valorizando os conhecimentos prévios e o protagonismo dos estudantes. Também é possível levar os alimentos já prontos e mostrar vídeos do processo de preparo quando não for viável preparar no colégio. O importante é despertar a curiosidade dos estudantes sobre as alterações que acontecem durante o preparo dos alimentos e fazer com que eles se interessem em descobrir o que está acontecendo com o alimento.

Se você gosta de Bioquímica, vai curtir a proposta. Mas caso você faça parte dos 99% que não morre de amores pelo tema e gosta menos ainda de ter que dar aulas sobre ele, esse material pode trazer uma perspectiva mais leve e agradável sobre o assunto.

Caso seu interesse seja pelas receitas e haja uma curiosidade de entender um pouco sobre a química dos alimentos, espero que este livro seja útil.

Apesar de apresentar receitas, o ebook não se propõe a ser uma ferramenta para a abordagem da educação alimentar, o preparo dos alimentos será



utilizado como uma ferramenta didática para o estudo das biomoléculas e suas transformações. As comidas sugeridas devem ser consumidas com moderação e somente por quem não apresentar nenhuma restrição aos ingredientes.

Para a realidade de algumas instituições de ensino, talvez este material traga mais informações do que é possível utilizar nas aulas. A ideia é que o professor o aproveite para relembrar conceitos, especialmente a partir da implementação dos novos livros didáticos com conteúdo muito reduzido. O que vai ser utilizado em cada sala de aula e de que forma, fica a critério da autonomia pedagógica de cada profissional.

Todos os alimentos que aparecem ao longo do livro foram preparados e fotografados pela autora. Como este e-book é um pré requisito de uma atividade educacional e não tem fins lucrativos, está coberto por uma licença FRAND (fair, reasonable and non-discriminatory) que permite o uso de imagens diversas desde que a fonte seja citada.



Agora vem a melhor parte: a comida!! Receitas/experimentos

Medidas padrão: xícara - 240 ml, colher de sopa - 15 ml e colher de chá - 5 ml.

Margarina saudável. Isso existe?

Bem, essa aqui é muito melhor para a saúde do que as que a gente compra no mercado. ...

Moléculas estudadas: lipídios, água e emulsificantes.

Ingredientes:

½ xícara de água

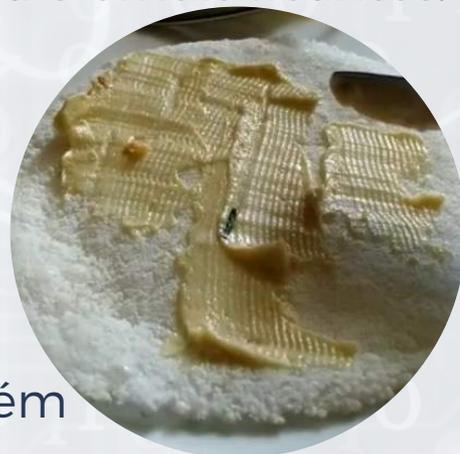
½ xícara de azeite ou outro óleo vegetal

½ xícara de extrato de soja (também chamado de leite de soja em pó)

Sal e temperos. Fica muito bom com alho e alecrim.

Modo de preparo:

Colocar os ingredientes em um recipiente e bater com o auxílio de um mixer, fouet ou garfo até a textura ficar homogênea.



Pôr na geladeira ou em um isopor com pedras de gelo para atingir uma textura mais firme. Servir com biscoitos, torradas, pão, tapioca, o que tiver aí.

Mas e a bioquímica?

Não é esperado que se consiga uma mistura homogênea com água e óleo, já que os lipídios são hidrofóbicos, porém, alimentos como a margarina, a maionese e o sorvete possuem uma grande quantidade de água e gordura e não apresentam duas fases devido a presença de emulsificantes.

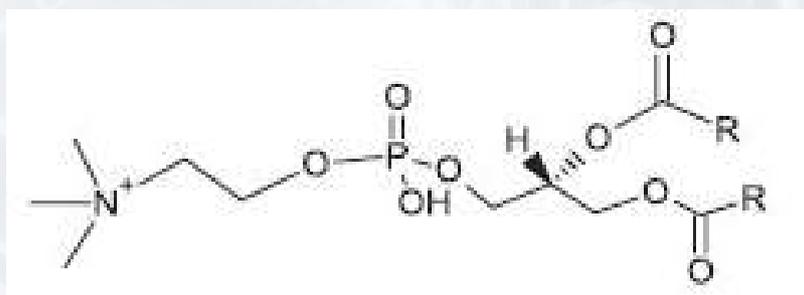
Emulsificantes são moléculas anfipáticas, ou seja, possuem regiões polares e apolares, conseguindo assim interagir com a água e a gordura. O que acontece é que o óleo e a água não se misturam interagindo entre si, mas continuam separados em um nível microscópico, dando a impressão de uma solução homogênea. O emulsificante que atua nesta receita é a lecitina de soja ou fosfatidilcolina, presente no leite de soja em pó ou extrato de soja. As lecitinas são um tipo de fosfolipídio, lembra das membranas celulares? Lecitinas são facilmente encontradas em alimentos como grãos de soja e gemas de ovos.



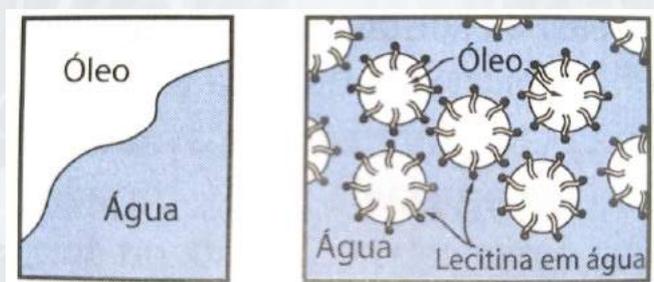
Emulsificantes são muito usados na indústria alimentícia e também são produzidos pelo nosso corpo, estando presentes nos sais biliares que atuam na digestão de gorduras.

Com essa receita é possível trabalhar os conceitos de moléculas hidrofílicas e hidrofóbicas, falar sobre os emulsificantes presentes nos alimentos e relacionar o processo de digestão de gorduras com a formação de uma emulsão.

Fosfatidilcolina



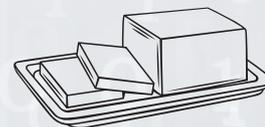
Fonte: Caracterização da pureza de fosfatidilcolina da soja através de RMN de ^1H e de ^{31}P



Fonte: Cozinha Geek



Transformando a receita de margarina em uma manteiga vegana



A receita anterior pode ser adaptada para trabalharmos os seguintes conceitos: ponto de fusão dos lipídios, gordura saturada e insaturada, temperatura e fluidez de membranas.

O modo de preparo seria exatamente o mesmo, a diferença é que no lugar do azeite, usaremos o óleo de coco. Para que a receita dê certo, o óleo de coco precisa estar no estado líquido.

Após o preparo da receita será obtida uma solução aparentemente homogênea, assim como na receita anterior. Após o resfriamento, o creme irá apresentar uma textura muito mais firme devido à presença do óleo de coco.

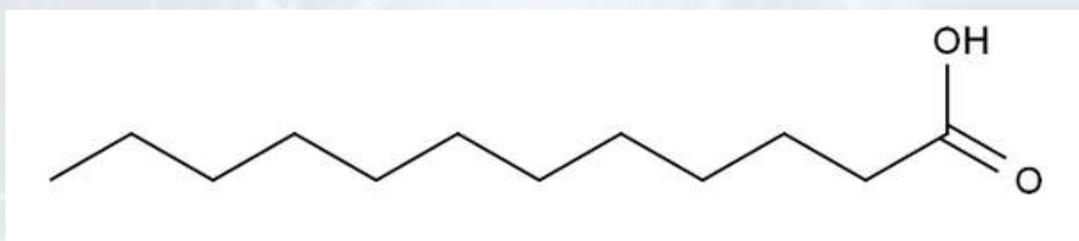


Mas e a bioquímica?

A diferença na textura se dá pela diferença no ponto de fusão dos lipídios que compõem o azeite e o óleo de coco. O ponto de fusão de um lipídio, que é a temperatura em que ele passa do estado sólido para o líquido, varia de acordo com a presença e o número de insaturações presentes e também de acordo com o tamanho da cadeia.

O óleo de coco é composto majoritariamente por ácido láurico ou ácido dodecanóico. Melhor chamar de láurico, né? Esse lipídio é saturado e sua cadeia possui 12 carbonos, e seu ponto de fusão é 44,8 graus Celsius. No óleo de coco há também uma pequena parte de ácido linoleico (18 carbonos, 2 insaturações) e gorduras monoinsaturadas. Sendo assim, o ponto de fusão do óleo de coco é em torno de 24 graus Celsius.

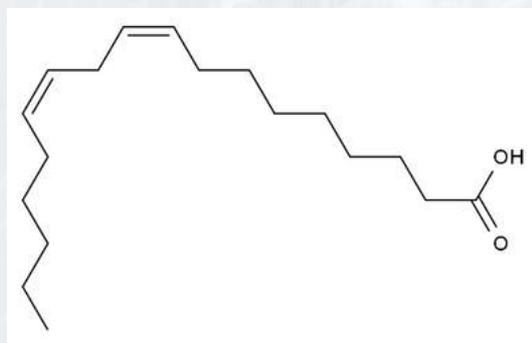
Ácido láurico ou ácido dodecanóico



Fonte: Kingdraw



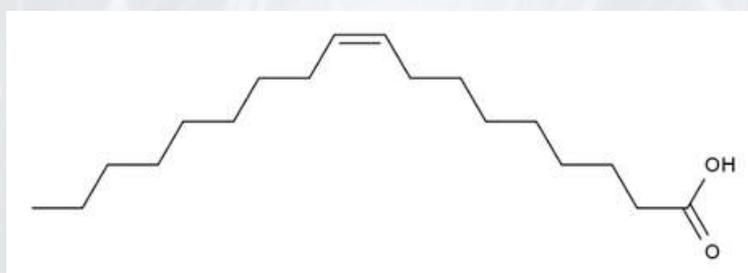
Ácido linoleico



Fonte: Kingdraw

Já o azeite tem a maior parte de sua composição formada pelo ácido oleico, cujo nome oficial é ácido 9-octadecenóico, mas vamos focar no oleico. É um lipídio de 18 carbonos e com uma insaturação, e seu ponto de fusão é 16,3 graus Celsius. Assim como o óleo de coco, o azeite também é formado por uma pequena quantidade de outros lipídios, são eles: gorduras saturadas, ácido linoleico (18 carbonos, 2 insaturações) e ácido linolênico (18 carbonos, 3 insaturações). O ponto de fusão do azeite é em torno de 14 graus Celsius.

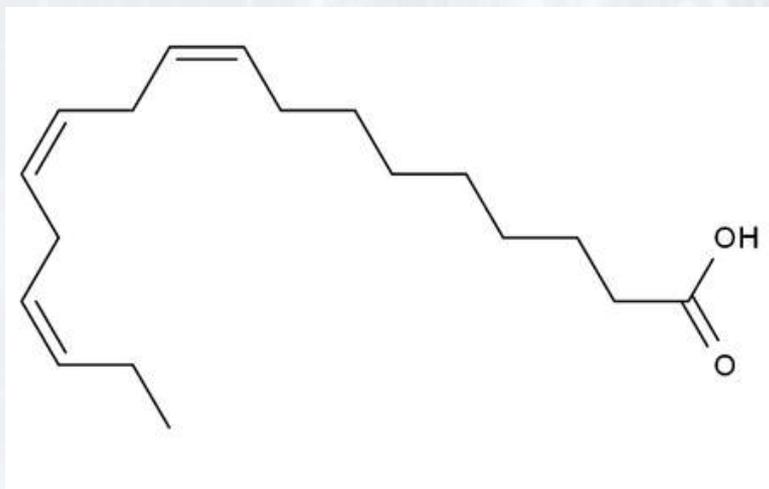
Ácido oléico



Fonte: Kingdraw

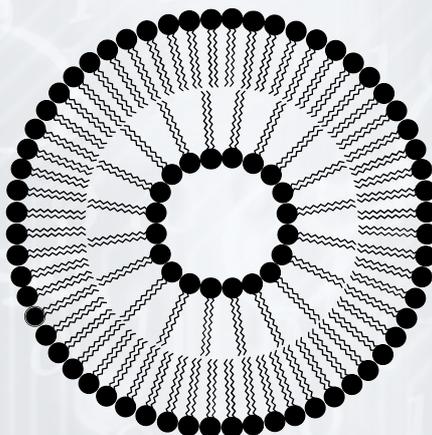


Ácido linolênico



Fonte: KingDraw

Essas receitas são interessantes para a demonstração da influência da temperatura e da composição no ponto de fusão de óleos e gorduras. Esse é um conceito muito importante para a introdução ao estudo das membranas celulares, cuja composição lipídica pode variar muito em decorrência da temperatura em que o organismo vive.



Brigadeiro tradicional x brigadeiro gourmet A diferença é só o preço?

Além do preço, há várias diferenças.



Moléculas estudadas: sacarose e amido.

Ingredientes do brigadeiro tradicional:

1 lata de leite condensado

1 colher (sopa) de manteiga ou margarina

2 colheres (sopa) de chocolate em pó ou achocolatado

Ingredientes do brigadeiro gourmet:

1 lata de leite condensado

1 colher (sopa) de margarina

4 colheres (sopa) de chocolate em pó

1 lata de creme de leite sem soro

1 colher (sopa) de farinha de trigo



Modo de preparo dos brigadeiros:

Colocar os ingredientes em uma panela e misturar bem, depois levar ao fogo baixo até a massa soltar do fundo da panela. O tradicional atinge o ponto ideal em aproximadamente 10 minutos, o gourmet leva de 15 a 20 minutos para ficar pronto.

Enrolar os doces é trabalhoso e requer tempo, para facilitar é possível servir as porções em colheres.



Mas e a bioquímica?

De acordo com as confeitadeiras, a diferença básica entre o brigadeiro tradicional e gourmet é a textura. Ao mordermos um brigadeiro tradicional, ele estica um pouco, como se fosse um caramelo, já o brigadeiro gourmet, quando mordido, não estica e podemos ver perfeitamente as marcas dos dentes.



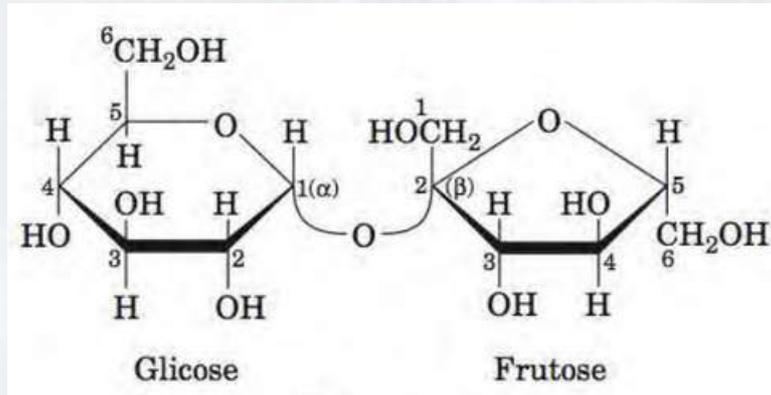
Essa diferença na textura pode ser explicada pela diferença nos ingredientes de preparo. O ponto mais firme ou ponto de enrolar é atingido pela evaporação da água presente nos ingredientes em ambos os brigadeiros.

No convencional, o ponto de enrolar ocorre também devido à caramelização da sacarose e da lactose presentes no leite condensado e da interação dos açúcares com proteínas. O que deixa o brigadeiro com uma textura que lembra a de um caramelo, esticando quando mordemos.

Já no brigadeiro gourmet, há uma diluição maior dos açúcares devido a adição do creme de leite. Ocorrem as mesmas reações de caramelização e interação entre açúcares e proteínas, mas devido à diluição, é necessário adicionar amido na forma de farinha de trigo para que o brigadeiro atinja o ponto desejado. Sendo assim, a textura é resultante tanto da caramelização quanto da gelificação do amido, que é composto por amilose e amilopectina. Além de ficar mais cremosa por causa do aumento da quantidade de gordura fornecida pelo creme de leite. Desse modo, ao mordermos, ele fica com a marca dos nossos dentes e não estica, e também tem sabor menos doce.

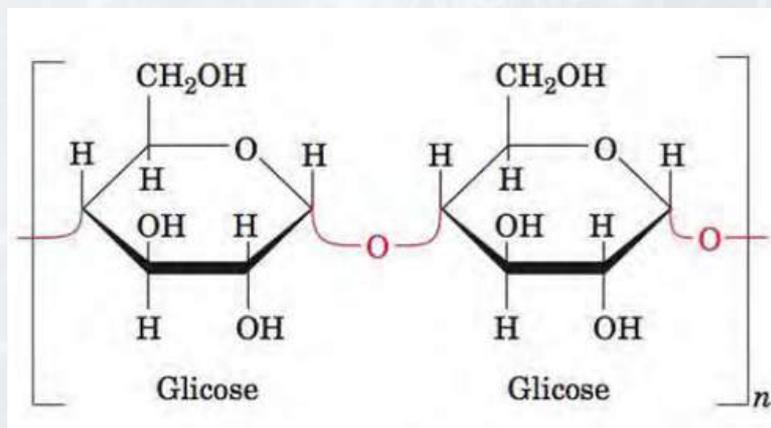


Sacarose



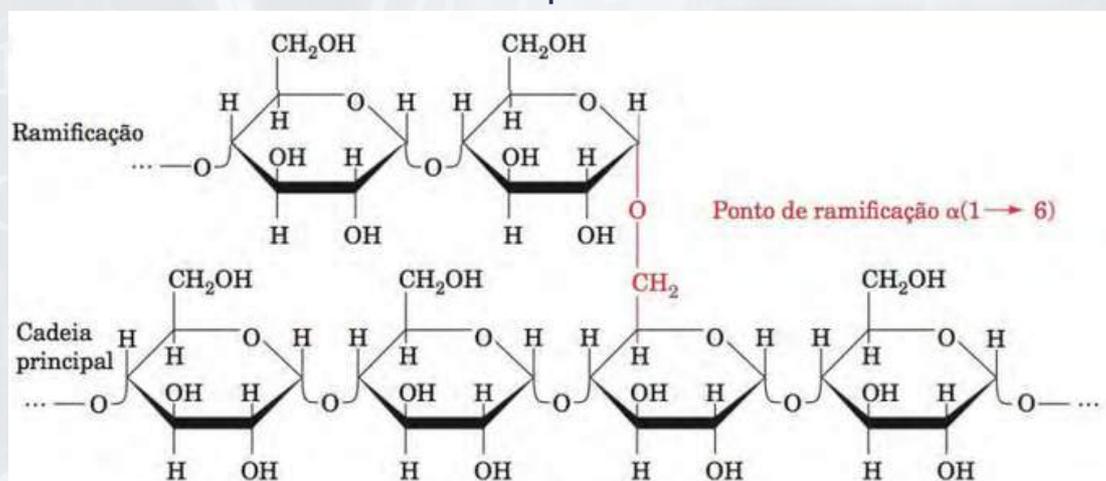
Fonte: Voet e Voet

Amilose



Fonte: Voet e Voet

Amilopectina



Fonte: Voet e Voet



Com essa receita é possível trabalhar a estrutura de dissacarídeos como a sacarose e a lactose assim como a estrutura do amido. Também pode ser interessante investigar com os estudantes o motivo pelo qual o amido não possui sabor doce mesmo sendo um polímero formado por moléculas de glicose.

Queijo *fake* pode?

Pode sim, inclusive é bem gostoso. O que não pode é *fake news*.



Moléculas estudadas: proteínas.

Ingredientes:

2 litros de leite

1 colher (sopa) de manteiga, margarina ou azeite.

70 ml de vinagre branco ou suco de limão.

Sal.

Opicional: orégano, pedacinhos de tomate seco, manjericão e seus temperos favoritos.

Modo de preparo:

Levar o leite ao fogo e, assim que ferver, desligar o fogo e adicionar o vinagre ou suco de limão.

Misturar bem e aguardar 5 minutos.



Após esse tempo coar em uma peneira revestida com um tecido limpo (pode ser um pano de prato). Apertar para retirar o excesso de líquido, colocar em um pote, misturar o sal, a gordura e os temperos. Levar para gelar por pelo menos duas horas e servir como preferir.

Mas e a bioquímica?

As caseínas são as proteínas presentes em maior quantidade no leite e são insolúveis em meios ácidos. 90% das moléculas das caseínas não se encontram como monômeros e sim formando pequenos complexos solúveis no leite. O aumento da temperatura desestabiliza esses complexos de proteínas e o limão ou vinagre reduzem o pH, tornando o meio levemente ácido e diminuindo assim a solubilidade dessas proteínas, o que ocasiona a precipitação.



É possível observar que assim que adicionamos o limão ou o vinagre a textura do leite muda, começa a “talhar”, são as proteínas precipitando e formando agregados.

Com essa receita é possível trabalhar a estrutura terciária das proteínas, tipos de interações entre as proteínas e a influência do pH e da temperatura nas forças que estabilizam a estrutura proteica.

Cappuccino decorado

Não é uma coisa que se diga: vejam que decoração linda... Mas quebra o galho.



Receitinha super versátil que pode ser servida quente ou gelada. Também dá pra veganizar usando um leite em pó vegetal que não seja muito gorduroso.

Conceitos estudados: densidade, solubilidade, substâncias hidrofílicas e hidrofóbicas.

Ingredientes para o preparo de pouco mais de 1 litro:

1 xícara de leite desnatado em pó



2 colheres de sopa de café solúvel (não fica muito forte)

2 colheres de sopa de achocolatado em pó

1 colher de chá de canela em pó

1 pitada de bicarbonato de sódio

Açúcar a gosto, coloco em geral 4 colheres de sopa e eles reclamam que não está doce o suficiente, mas bebem tudo mesmo assim.

Para polvilhar depois que estiver nos copinhos:

1 colher de sopa de cacau em pó comum (não usar o alcalino)

1 colher de sopa de achocolatado em pó



Modo de preparo:

O ideal é já levar essa mistura pronta e deixar para adicionar 1 litro de água no colégio. É possível aquecer a água no microondas ou já levar aquecida em uma garrafa térmica. Não deixe a água ferver, só aqueça e coloque sobre a mistura em pó. Se estiver muito calor, dá pra fazer uma versão gelada, mas aí acho mais prático já levar pronto em uma garrafa e só colocar em uma geladeira no colégio. Também é possível levar o cappuccino quente já pronto em uma garrafa térmica ou levar em uma garrafa comum e só aquecer no colégio. ...

Uma outra possibilidade seria preparar as duas versões, quente e gelada, junto com os estudantes para discutir também o efeito da temperatura na solubilidade.

Depois que o cappuccino estiver pronto, coloque em copinhos e decore polvilhando por cima de alguns o achocolatado e em outros o cacau em pó. Eles devem observar o que acontece por uns dois minutos, depois podem beber o cappuccino.



Mas e a bioquímica?

A escolha do leite desnatado foi com a intenção de reduzir o teor de gordura da nossa solução aquosa (cappuccino). O ideal é usar o cacau em pó tradicional pois o alcalino é mais caro e mais solúvel em água, o que atrapalharia um pouco o experimento.

Ao polvilhar o cacau e o achocolatado sobre o copo de cappuccino, veremos que o achocolatado rapidamente afunda e se mistura parcialmente, enquanto o cacau permanece na superfície. Essa diferença ocorre devido ao alto teor de açúcar dos achocolatados, que são compostos por aproximadamente 75% de açúcar. O açúcar (sacarose) é altamente solúvel em água, enquanto o cacau apresenta baixa solubilidade. Além de pouco solúvel, o cacau em pó também é menos denso que o cappuccino, por isso fica flutuando e conseguimos assim decorar a nossa bebida.

Além de trabalhar os conceitos de substâncias hidrofílicas e hidrofóbicas, é possível falar também sobre densidade. Ambos os conceitos são muito importantes para o estudo das propriedades da água e suas interações com as biomoléculas.



Geleia de maracujá

Era pra ter só receitas muito simples, fui tapeado!

Não se preocupe, até dá um trabalho, mas não é de difícil execução.



Moléculas estudadas: pectinas (polissacarídeo)

Ingredientes:

3 maracujás grandes com casca

1 xícara de açúcar - dependendo do tamanho e da acidez dos seus maracujás, pode ser necessário usar mais.



Modo de preparo:

Abrir os maracujás, colocar as polpas em um liquidificador ou mixer com meio copo de água filtrada e bater levemente, o ideal é não bater demais para que as sementes não fiquem muito trituradas ao ponto de passar pela peneira. Coe e reserve esse suco concentrado. Caso você queira sua geleia com sementes, separe uma colher de sopa da polpa sem bater.

Coloque as cascas dos maracujás em uma panela, cubra com água e leve para cozinhar em fogo médio até que fiquem transparentes, pode levar até meia hora. Fique de olho na panela e, caso seja necessário, acrescente mais água. Quando as cascas estiverem transparentes, escorra a água e espere esfriar. Após esfriar, retire a parte amarela e descarte.

Se for o caso de fazer a geleia na escola, o ideal é levar o suco de maracujá concentrado em uma garrafa, o açúcar e as cascas de maracujá já cozidas. e continuar a partir daí.

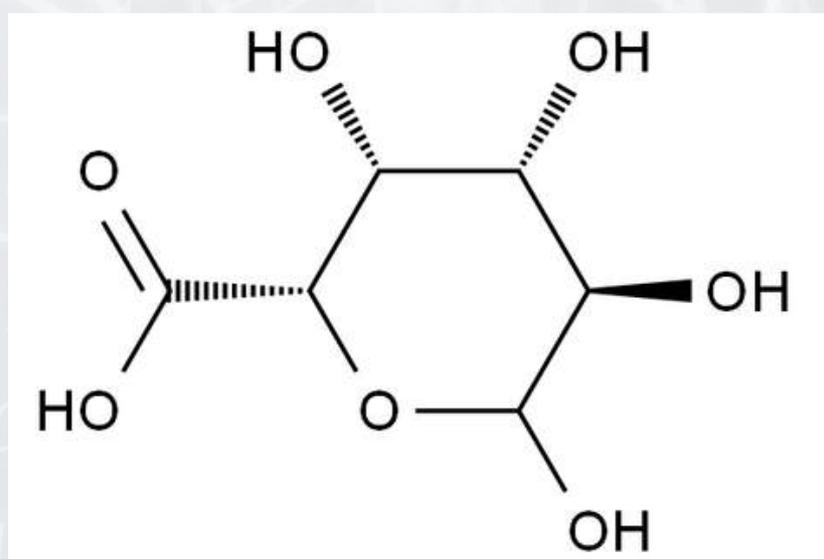
Bata as cascas sem a parte amarela com o suco em um liquidificador ou com o mixer, coloque em uma



panela, acrescente o açúcar e a polpa com sementes (opcional) e leve ao fogo. Deixe ferver por 5 minutos. Não precisa ficar no fogo muito tempo, pois ao bater o suco com a casca, já vai ter textura de geleia. Assim que começar a ferver, pegue uma pequena parte e prove se está bom de açúcar e, se necessário, acrescente mais.

Essa geleia fica muito boa com biscoitos de chocolate, pode ser servida com qualquer biscoito doce, torradas ou tapioca. Espere esfriar para servir, assim a textura estará mais firme e não há o risco de algum estudante se queimar.

Ácido galacturônico, principal componente da pectina:



Fonte: KingDraw



Mas e a Bioquímica?

As geleias são coloides na forma de gel. Quimicamente falando, o líquido presente na solução interage com moléculas como a pectina ocasionando o aumento da viscosidade e uma organização das moléculas no meio. Quanto maior a concentração de pectina, mais firme será a sua geleia.

Pectinas são moléculas de polissacarídeos presentes na parede celular dos vegetais superiores e apresentam algumas funções: ajudam a manter as células unidas, atuam reforçando a parede celular, contribuem para o crescimento normal em plantas vasculares e podem atuar junto aos mecanismos de defesa vegetal.

Frutas ricas em pectinas são ótimas para fazer geleias e também é possível comprar a pectina isolada. Em geral, frutas mais rígidas possuem um teor maior de pectina que as macias. Na nossa alimentação, as pectinas são consideradas fibras solúveis.



As fibras solúveis apresentam diversos benefícios para a saúde, contribuem para o aumento do tempo de trânsito intestinal, para o aumento do tempo entre ingestão e absorção de glicose, atuam no controle da glicemia e do colesterol sanguíneo e ainda funcionam como prebióticos, favorecendo o equilíbrio da microbiota intestinal (antigamente era chamada de flora intestinal).

Com essa receita é possível trabalhar de forma geral a estrutura e importância dos polissacarídeos.

Dica extra: é possível colocar um pouco de água para diluir a geleia e usar como cobertura para bolo.



Iogurte

Conceitos estudados: via glicolítica e fermentação láctica, desnaturação de proteínas e osmolaridade.



Ingredientes:

2 litros de leite integral

1 copo de iogurte natural sem açúcar

Modo de preparo:

Retirar o iogurte da geladeira e esperar atingir a temperatura ambiente.

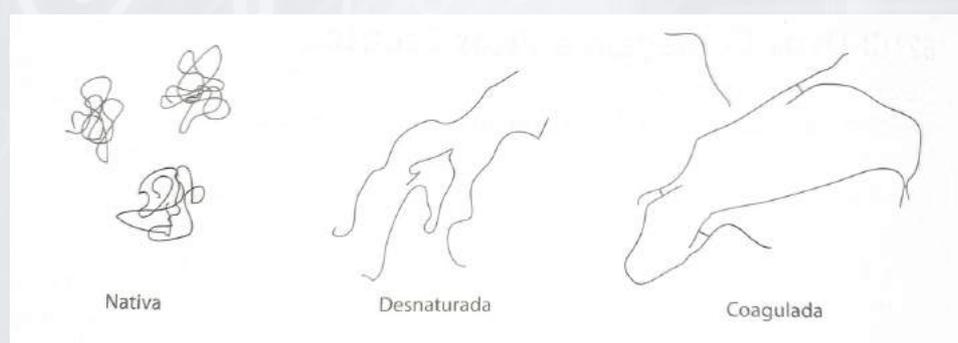
Colocar o leite em uma panela e levar ao fogo até começar a ferver, apagar o fogo e deixar esfriar até mais ou menos 45 graus Celsius. Caso você não tenha um termômetro culinário, estamos juntos, também não tenho. Para verificar se a temperatura está adequada para os microorganismos, você deve mergulhar um dedo no leite (fineza lavar as mãos antes) e permanecer por 10 segundos sem queimar ou sentir desconforto.

Após a temperatura ideal ser atingida, adicionar o iogurte do copinho, misturar bem e colocar



em um recipiente com tampa ou garrafa. o ideal é colocar o recipiente/garrafa dentro de uma bolsa térmica para minimizar a perda de calor e deixar descansando por 8 a 10 horas. Após esse tempo, é só colocar na geladeira.

Esse iogurte fica bem gostoso com a geleia da receita anterior.



Fonte: Cozinha Geek



Mas e a bioquímica?

O iogurte deve ser retirado da geladeira com antecedência para não darmos um choque térmico nos microorganismos, que são bactérias do gênero *Lactobacillus*, ao misturarmos ao leite morno. É importante que o iogurte de copinho seja sem açúcar ou espessantes. A presença da sacarose ou de espessantes como gelatina ou amido prejudica a atividade das bactérias fermentadoras devido a alteração da osmolaridade do leite. Nos iogurtes industrializados, esses aditivos são incorporados ao produto após a fermentação com o objetivo de melhorar o sabor e a textura.

O aquecimento do leite antes do preparo é importante para reduzir a quantidade de microorganismos patogênicos que podem estar presentes. É importante aguardar que o leite atinja a temperatura adequada para adicionar o iogurte, pois em temperaturas mais altas os lactobacilos podem morrer.



Como o processo de fermentação produz ácido láctico, esse ácido contribui para a desnaturação das proteínas presentes no leite. As proteínas vão expondo suas regiões hidrofóbicas e formando ligações umas com as outras, deixando o preparo com uma textura mais firme, de gel.

Com essa receita podemos aproveitar para explicar que sempre que falamos sobre fermentação, devemos incluir também a via glicolítica, além de explicar o processo fermentativo e sua importância para o metabolismo e para a manutenção da via glicolítica. A fermentação láctica é concluída com a produção do lactato. Também é possível abordar a desnaturação térmica das proteínas e o conceito de osmolaridade e sua importância para os organismos.

Pão artesanal

O queridinho da pandemia.

Conceitos estudados: via glicolítica e fermentação alcoólica.



Ingredientes:

4 xícaras de farinha de trigo branca ou 3 xícaras de farinha de trigo branca + 1 xícara de farinha de trigo integral



1 xícara e meia de água levemente morna ou em temperatura ambiente

1 colher de sopa de óleo vegetal

2 colheres de chá de fermento biológico seco (aquele que vem em um sachê)

1 colher de sopa de açúcar

½ colher de chá de sal

Opcional: orégano, alecrim, queijo



Modo de preparo:

Essa receita foi adaptada para ficar o mais simples possível, depois que você estiver com prática, pode começar a ousar e colocar recheios legais, já fiz com pedacinhos de queijo e linguiça e os alunos amaram. Também funciona colocar mais 2 colheres de sopa de açúcar na massa para fazer uma versão doce recheada com frutas, goiabada, chocolate...



Misture bem todos os ingredientes secos em um recipiente e depois adicione o óleo e a água. A água não deve estar acima de 40 graus Celsius para não inativar a levedura (fermento). Dependendo do clima da região e da marca de farinha utilizada, pode ser necessário acrescentar um pouco mais ou menos de água. Misture os líquidos com os sólidos inicialmente com uma colher e só quando a massa começar a encorpar mexa com as mãos, isso vai evitar muita sujeira. Depois que a massa atingir uma textura modelável sem grudar nas mãos, é hora de sovar, o ideal é sovar dentro do recipiente para não sujar mais superfícies, sove com as mãos por mais ou menos uns 10 minutos. Você vai perceber que a massa já atingiu o ponto ideal quando a textura mudar e ficar mais macia, é o tipo da transformação até difícil de descrever, tem que sentir com as mãos.

Após sovar, modele o pão ou coloque em uma fôrma para para pão e aguarde até dobrar de tamanho. Se quiser gourmetizar, pode colocar umas sementes por cima, tipo gergelim. Aí é só levar para assar em forno pré-aquecido a 180 graus por aproximadamente 30 minutos ou até ficar com uma cor bonita. Funciona em todos os tipos de forno,



quando asso na escola uso forno elétrico. Retire do forno, espere ficar morno e coma loucamente.



Mas e a bioquímica?

O processo que faz com que o pão cresça é a fermentação alcoólica. Diferentemente da fermentação láctica em que o piruvato (3 carbonos) é convertido a lactato (3 carbonos), na fermentação alcoólica há a produção de 2 moléculas, o piruvato é transformado em etanol (2 carbonos) e CO_2 (1 carbono). No caso das bebidas alcoólicas, o produto desejado é o etanol ou álcool etílico e em algumas específicas como cervejas e vinhos espumantes, parte do CO_2 produzido também é um componente desejável na bebida.



Quando fazemos pão, o produto que nos interessa é o gás CO_2 , pois ele fica retido na massa formando as bolhas de ar que deixarão nosso pão fofinho, enquanto a maior parte do etanol evapora enquanto nossa massa está no forno assando. Essa é uma boa pergunta para fazermos aos estudantes: se o que faz a massa de pão crescer é a fermentação alcoólica, não deveríamos sentir o álcool ao comer?

Ao sovar a massa percebemos claramente uma mudança na textura, a massa vai ficando mais leve e fofa, esse processo é chamado de desenvolvimento do glúten. Desenvolver o glúten significa formar ligações cruzadas entre as proteínas glutenina e gliadina, ambas presentes na farinha de trigo. Conforme vamos mexendo, essas ligações vão se formando e deixando a massa mais elástica. A rede de proteínas ligadas após o desenvolvimento do glúten ajuda a reter as bolhas de ar produzidas durante a fermentação, deixando o pão ainda mais fofinho.



As leveduras responsáveis por essa fermentação são fungos unicelulares, geralmente as mais usadas são as *Saccharomyces cerevisiae*.

O pão é uma oportunidade interessante para falarmos sobre a via glicolítica e a fermentação alcoólica, que são temas complexos e que geralmente não despertam muito interesse, mas comendo um pão quentinho tudo se torna mais legal, até as vias metabólicas.

Pode ser interessante também comparar os microorganismos presentes nos diferentes tipos de fermentação, já que quando se trata de seres microscópicos as pessoas tendem a confundir e achar “que é tudo a mesma coisa”.

Já que estamos falando de comida e etanol, deixo a tabela a seguir, extraída do livro Cozinha Geek, que mostra que nem sempre que levamos alguma comida com álcool ao fogo, todo o álcool evapora. Isso acontece devido a existência de ligações de hidrogênio entre a água presente no alimento e o etanol e também pela interação entre o álcool e outros compostos dos alimentos.



Método de cozimento	Etanol restante
Álcool adicionado ao líquido fervente e retirado do calor	85%
Álcool flambado	75%
Sem calor, armazenado durante a noite	70%
Assado por 25 minutos, álcool não misturado ao alimento	45%
Assado/fervido, álcool misturado ao alimento:	
15 minutos	40%
30 minutos	35%
1 hora	25%
2 horas	10%

Fonte: Cozinha Geek

Laranja cristalizada

Conceitos estudados: difusão e estrutura da sacarose.



Receitinha simples e barata mas que parece acompanhamento de cafeteria gourmet.

Ingredientes:

2 laranjas

Água

6 colheres de sopa de açúcar

Modo de preparo:

Lave muito bem antes as laranjas antes de iniciar o preparo da receita. Descasque as laranjas tentando pegar o mínimo possível da parte branca. Após descascar, corte as cascas em tirinhas finas.

Repita o seguinte procedimento três vezes: leve ao fogo com água suficiente para cobrir as laranjas, deixe ferver por 30 segundos e escorra a água.

Após a terceira fervura, seque bem as cascas com um pano de prato ou papel toalha e leve para uma panela junto com o açúcar em fogo baixo mexendo o tempo todo. Após espumar, conte 30 segundos e apague o fogo.

Transfira as cascas imediatamente para um tabuleiro e mexa até cristalizar. Parece que não vai funcionar, mas funciona minha gente. Conforme as casquinhas esfriam elas vão açucarando



e ficando soltinhas. Agora é só esperar esfriar totalmente e guardar em um pote com tampa. Acho válido dar uma olhada no vídeo da autora da receita, dura menos de 4 minutos e você vai ver a mágica da cristalização acontecer e se sentir mais confiante para fazer as suas casquinhas. Aproveita e deixa um like, ela merece: <https://www.youtube.com/watch?v=tXj2q2pHPxY>



Mas e a bioquímica?

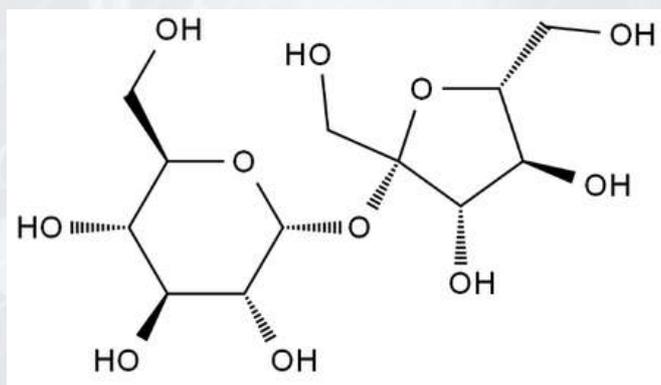
Uma maneira muito antiga e eficaz de conservar os alimentos é adicionar uma grande quantidade de açúcar ou sal, produzindo os chamados alimentos secos como a carne seca ou frutas secas e cristalizadas. Desta forma, a quantidade de água para o crescimento de microorganismos fica muito reduzida e o alimento permanece próprio para consumo por mais tempo.



As cascas devem ser cortadas bem fininhas para evitarmos pegar o mesocarpo, que é a parte branca da casca, essa parte é mais amarga pois contém mais limoneno. Ferver as cascas é importante para deixá-las mais macias e também para ajudar a neutralizar o amargor.

Ao fervermos as cascas com açúcar, estamos ajudando a água a evaporar. O açúcar utilizado na receita é a sacarose, um dissacarídeo formado por glicose + frutose unidas por uma ligação glicosídica. A sacarose é muito solúvel em água, o que faz com que a água presente nas cascas seja absorvida aos poucos pelo açúcar. Após pouco tempo na panela, podemos observar o surgimento de um líquido que corresponde ao açúcar mais a água extraída das cascas. Esse processo de remoção da umidade é muito importante para a conservação do alimento.

Sacarose



Fonte: KingDraw



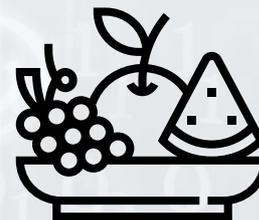
Em pouco tempo, a calda começa a engrossar e espumar, nesse ponto temos uma solução supersaturada de açúcar e as casquinhas boiando nela. Se deixarmos no fogo por muito mais tempo, a calda de açúcar começará a caramelizar e não é esse nosso objetivo. Ao pararmos de fornecer calor após os 30 segundos de fervura, estamos impedindo a caramelização. Quando transferimos as cascas para um tabuleiro e mexemos para que esfrie, começamos a observar uma camada branca se formado ao redor das cascas, é a sacarose começando a formar estruturas mais estáveis e ordenadas chamadas cristais. Conforme vamos esfriando as cascas, os cristais vão aumentando de tamanho e passam a envolver todas as cascas, que ficam deliciosas e crocantes.

Como o teor de água está muito reduzido e o de açúcar é bem alto, as casquinhas não estragam com facilidade.

Além de abordar a estrutura da sacarose e osmose, pode ser uma boa oportunidade para se falar sobre conservação de alimentos, principais tipos de conservantes utilizados e seus impactos na saúde.



Salada de frutas



Enfim uma receita super simples!!!

Conceitos estudados: influência do pH na atividade enzimática, solubilidade do O_2 na água e no ar e oxidação.

Ingredientes:

Maçã

Pelo menos mais dois tipos de frutas, escolha as suas favoritas

Suco de limão

A quantidade das frutas varia de acordo com o volume total que se quer preparar.

Modo de preparo:

Cortar as maçãs e banhar com gotinhas de limão, cortar as outras frutas no formato desejado e misturar tudo.

É interessante cortar 3 pedaços de maçã para deixar de fora da salada. O primeiro deve ficar exposto ao ar sem nenhum tipo de tratamento prévio, o segundo deve ser banhado em suco de limão



e depois exposto ao ar e o terceiro deve ficar submerso em um copo com água.



Mas e a Bioquímica?

Uma breve lembrança dos conceitos de Química: dizemos que uma substância é oxidada quando perde elétrons e é reduzida quando ganha elétrons. O doador de prótons é chamado de ácido, o doador de elétrons é um agente redutor e o acceptor de elétrons é o agente oxidante.

As maçãs (e algumas outras frutas) possuem uma enzima chamada polifenol oxidase. Oxidase é qualquer enzima que oxida alguma coisa. Os nomes das enzimas não são criativos, eu sei, a polifenol oxidase oxida polifenóis.



Além dessas enzimas, existem polifenóis incolores nas maçãs. Essas duas moléculas são normalmente mantidas separadas, mas quando cortamos uma maçã, quebramos as paredes celulares, permitindo que os dois se misturem e reajam. A polifenoloxidase combina os polifenóis com o oxigênio do ar, produzindo quinonas, que se combinam (polimerizam) para fazer moléculas de cor escura chamadas melaninas.

É interessante anotar que tipo de alteração ocorreu em cada um dos três pedaços que ficaram reservados. A maçã mergulhada na água provavelmente irá escurecer pouquíssimo, devido a baixa concentração do O_2 na água. A maçã que foi passada no limão irá escurecer um pouco, mas bem menos que a outra que também ficou exposta ao ar. A adição de suco de limão ocasiona a diminuição do pH, reduzindo a atividade da polifenol oxidase.

Mousse de chocolate sem ovo cru

Essa receita parece mágica, e é mesmo. Você transforma uma água que iria para o lixo em mousse de chocolate.



Conceitos estudados: desnaturação proteica (mecânica), níveis de organização das proteínas e desnaturação x degradação.

Ingredientes:

200 mL de água do cozimento do grão de bico ou água da conserva do grão de bico em lata/caixa

200 gramas de chocolate em barra

1 colher de chá de suco de limão coado

2 colheres de sopa de açúcar refinado

Raspas de laranja (opcional) ...

*A água do cozimento de leguminosas é chamada de aquafaba, é uma solução que contém algumas moléculas que foram extraídas da leguminosa durante o cozimento, entre elas, proteínas. Caso você esteja usando o grão de bico em conserva, pode usar a água diretamente. Mas se for cozinhar em casa, algumas vezes pode ser necessário fazer o seguinte: após a retirada dos grãos, o ideal é que a água do cozimento apresente uma textura viscosa similar à da clara de ovo. Caso ela esteja mais líquida, é necessário levar ao fogo e deixar ferver por mais uns 5 minutos para engrossar, não precisa ficar mexendo, é só ferver mesmo. Espere esfriar antes de usar na receita.

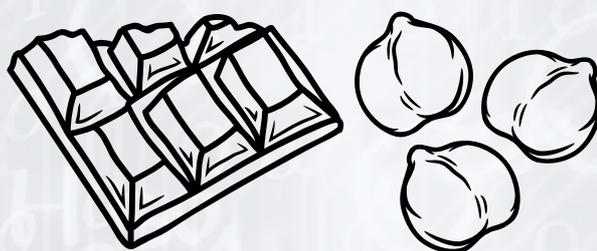


É possível congelar a aquafaba para usar depois. O ideal é cozinhar o grão sem nenhum tipo de tempero e sem sal, para que não fique um sabor residual.

Modo de preparo:

Coloque a aquafaba e o suco de limão em um recipiente e bata até ficar no ponto de clara em neve, na minha batedeira, que é idosa, leva uns 8 minutos. Após atingir o ponto ideal, acrescente o açúcar aos poucos sempre batendo na batedeira. Depois que o açúcar estiver misturado, acrescente as raspas da casca da laranja (ou não) e comece a misturar o chocolate derretido com a aquafaba em neve delicadamente com um fouet. O chocolate derretido não pode estar muito quente.

Após misturar tudo, é só levar para gelar e aguardar pelo menos 3 horas.



Aquafaba antes e depois de ser batida:



Mas e a Bioquímica?

Como vimos, as proteínas são polímeros formados por resíduos de aminoácidos. Quando estamos falando de proteínas presentes em meios aquosos, a estrutura tridimensional vai apresentar os resíduos de aminoácidos hidrofílicos voltados para o lado externo, ou seja, em contato com a água. Já os resíduos de aminoácidos hidrofóbicos ficam voltados para a região interna da proteína. Quando batemos uma solução aquosa contendo proteínas, vamos aos poucos desnaturando as proteínas e expondo as regiões hidrofóbicas, além de incorporarmos ar à mistura.



Sendo assim, as partes hidrofílicas permanecem em contato com a água e as regiões hidrofóbicas ficam em contato com as bolhas de ar que vão sendo incorporadas com o movimento, o que ocasiona o aumento de volume e a mudança na cor do ingrediente. O líquido viscoso e transparente se torna uma espuma leve e opaca.

Essa receita fica muito gostosa mesmo e pode ser usada para lembrarmos que quem faz a fixação do nitrogênio são os vegetais, falarmos sobre estrutura proteica, agentes desnaturantes e diferenciarmos desnaturação de degradação da proteína. É interessante ressaltar com os estudantes que a desnaturação significa que a proteína está desenovelada, ou seja, a proteína apresenta somente a sua estrutura primária, o que é diferente da degradação enzimática, na qual proteases clivam as ligações peptídicas que mantêm a estrutura primária da proteína. É comum que as pessoas confundam esses conceitos.



Delícia de abacaxi

Conceitos estudados: proteases, desnaturação térmica, gelatinização e estrutura do colágeno.



Ingredientes:

- 1 abacaxi descascado e picado em cubinhos
- 2,5 xícaras de água
- 1 lata de leite condensado
- 1 garrafa de leite de coco (200 mL)
- 1 pacote de gelatina de abacaxi

Modo de preparo:

Coloque em uma panela o abacaxi, a água e o açúcar, leve ao fogo baixo e deixe ferver por 10 minutos. Apague o fogo e coe a mistura, coloque os pedaços de abacaxi já na travessa em que o doce será servido e use a calda ainda bem quente para dissolver a gelatina. Aguarde a gelatina dissolvida esfriar.



Bata em um liquidificador, processador ou mixer: gelatina, leite condensado, leite de coco e creme de leite por uns três minutos. Coloque o creme batido por cima dos pedaços de abacaxi e leve para gelar por no mínimo 4 horas.



Mas e a Bioquímica?

A gelatina é uma proteína extraída do tecido que conecta os ossos uns aos outros e aos músculos. O famoso colágeno que tanto falamos pra gente consumir. O colágeno é uma proteína fibrosa formada por uma hélice tripla. Quando adicionamos água fervendo à gelatina em pó, as 3 hélices da



proteína começam a se soltar umas das outras e conforme a gelatina vai esfriando, as hélices individuais começam a se associar umas às outras formando novas configurações com hélices triplas e duplas, além de ligações cruzadas entre as diferentes moléculas, interagindo com a água formando um gel.

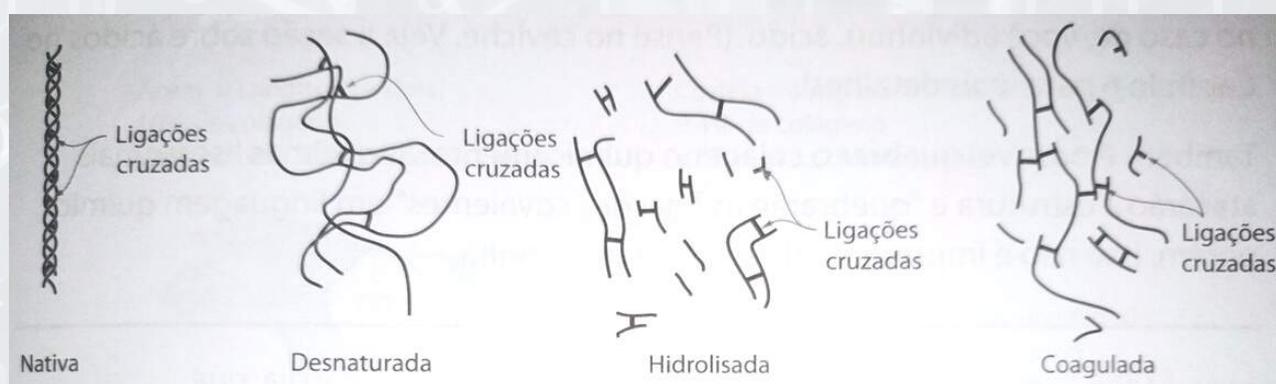
O abacaxi possui uma protease chamada bromelina, ela consegue clivar ligações peptídicas e assim cortar a estrutura primária da proteína, o que gera uma proteína fragmentada e incapaz de assumir sua conformação nativa. Se misturarmos gelatina com o suco de abacaxi ou pedaços de abacaxi sem ferver antes e colocarmos na geladeira, vamos ver que a gelatina não conseguirá formar o gel devido a incapacidade das proteínas de formarem as hélices e ligações necessárias para a estabilização do gel. O objetivo de deixar o abacaxi fervendo com a calda por 10 minutos é causar a desnaturação térmica da bromelina, sendo assim, ela não conseguirá clivar as proteínas da gelatina e a textura do seu doce ficará ótima.

Essa receita é interessante também para discutirmos com os estudantes sobre as



funções do colágeno no nosso corpo e ajudar a combater informações falsas sobre ingestão e cosméticos com colágeno. Muitos produtos fazem uma propaganda enganosa sobre o consumo de colágeno e cobram preços muito altos pela proteína. Como toda proteína, o colágeno é clivado após a sua ingestão e é mais barato consumir gelatina do que pagar uma fortuna em um suplemento de colágeno com vitamina C. A vitamina C de fato é importante para a síntese de colágeno, pois participa da conversão de um aminoácido em outro, que faz parte da composição do colágeno, mas também é possível obtê-la de fontes mais baratas e naturais.

Na figura a seguir podemos visualizar os diferentes estados do colágeno.



Fonte: Cozinha Geek



Calda de baunilha para bolos

Essa calda é muito usada em pão de ló, geralmente com adição de rum. Mas aqui faremos a versão - 18 para os alunos poderem experimentar.

Conceitos estudados: ligações de hidrogênio na água, crioprotetores.

Ingredientes:

1/3 xícara de água

1/4 xícara de açúcar

1/2 colher de chá de essência de baunilha

Modo de preparo:

Aqueça a água com o açúcar em uma panela até o açúcar dissolver completamente. Espere esfriar e adicione a baunilha.

Essa calda fica bem líquida, costumo colocar em um frasco com spray e borrifar por cima do bolo.



Mas e a Bioquímica?

A molécula de água é polar, com um lado carregado positivamente e o outro lado com carga negativa, isso se deve a diferença de eletronegatividade entre oxigênio e hidrogênio. A região positiva de uma molécula é atraída pela região negativa de outra molécula de água, interagindo e formando as ligações de hidrogênio. As moléculas de outras substâncias também fazem ligações de hidrogênio com a água, como por exemplo o etanol, o que explica o motivo de bebidas com alta concentração de álcool não congelarem. Quando a água solidifica, cada molécula de água passa a formar 4 ligações de hidrogênio com as moléculas vizinhas, formando uma estrutura mais organizada e aberta do que no estado líquido. No caso da nossa calda, se colocarmos no congelador, vamos ver que ela congela parcialmente, pois temos uma solução de sacarose. A sacarose funciona como um crioprotetor, diminuindo a formação de cristais de gelo, já que ela também forma ligações de hidrogênio com a água, reduzindo assim a interação entre as moléculas de água presentes na solução. O uso de crioprotetores é comum em experimentos científicos para evitar o



rompimento e alterações estruturais nas células decorrentes do congelamento.

Entender como funcionam as ligações de hidrogênio é de extrema importância para o estudo das propriedades da água e das biomoléculas. Um ponto interessante a ser discutido com a turma é a mudança de textura de determinados alimentos após o congelamento, que se dá devido ao rompimento das células devido a formação de cristais de gelo no conteúdo intracelular.

...

Essa receita é super simples e fica bem gostosa com qualquer tipo de bolo.



Relembrando um pouco sobre as estruturas das moléculas



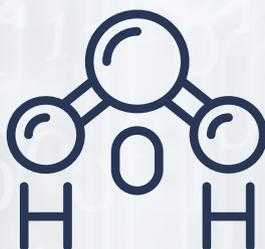
Água



A água é uma substância inorgânica que constitui a maior parte da massa corporal dos seres vivos, suas características são muito peculiares. e precisamos relembrar alguns tópicos para o estudo das biomoléculas.

A molécula de água é formada por um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio ligados de forma covalente, ou seja, com compartilhamento de elétrons.

A diferença de eletronegatividade entre oxigênio e hidrogênio faz com que os elétrons compartilhados sejam atraídos mais fortemente pelo oxigênio, que possui maior eletronegatividade.



Sendo assim, há a formação de uma carga parcial negativa no oxigênio e uma carga parcial positiva nos hidrogênios.

A eletronegatividade é a força com a qual um átomo consegue atrair elétrons, na tabela periódica, a eletronegatividade aumenta conforme os elementos químicos estão mais à direita e mais acima.

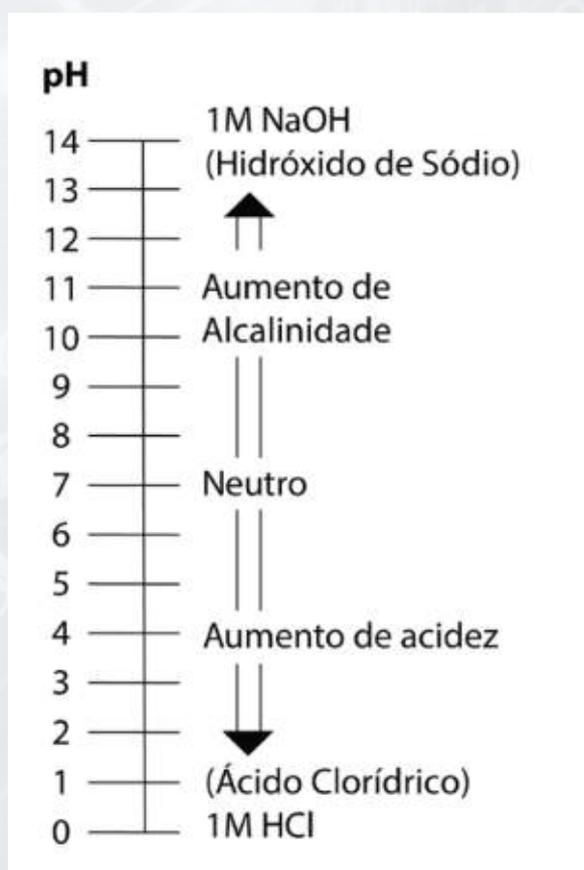
H																	He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

Por isso dizemos que a água é uma molécula polar, com um lado com carga parcial positiva e o outro lado com carga parcial negativa, e tende a se ligar com outras moléculas de água. A extremidade positiva é atraída pela extremidade negativa de outra molécula, favorecendo a formação de ligações de hidrogênio. Essas ligações são as principais responsáveis pelas propriedades da água.



pH.

A escala de pH nos indica se uma solução é ácida, básica ou neutra e o quanto ela é ácida ou básica. A palavra pH significa potencial de hidrogênio iônico (H^+). Quanto maior for a quantidade de H^+ em uma solução, mais ácida ela será. A escala é invertida, pois quanto menor o valor, maior é a quantidade de H^+ e mais ácida é a solução.



Fonte: Bioquímica para estudantes das áreas de Ciências Biológicas e da Saúde



pH neutro = 7

pH ácido < 7

pH básico > 7

Mudanças no pH podem ocasionar alterações estruturais em biomoléculas que possuem grupos ionizáveis, como por exemplo, os aminoácidos. Algumas dessas alterações serão abordadas nas nossas receitas.



Carboidratos



Não sei quanto a vocês, mas os carboidratos são as minhas moléculas favoritas, penso logo em brigadeiro e batata frita.

Os glicídios, açúcares ou carboidratos são geralmente associados aos doces, ganho de peso e alimentos que devem ser evitados. De fato, o consumo excessivo é prejudicial, mas essas moléculas têm funções muito importantes no nosso

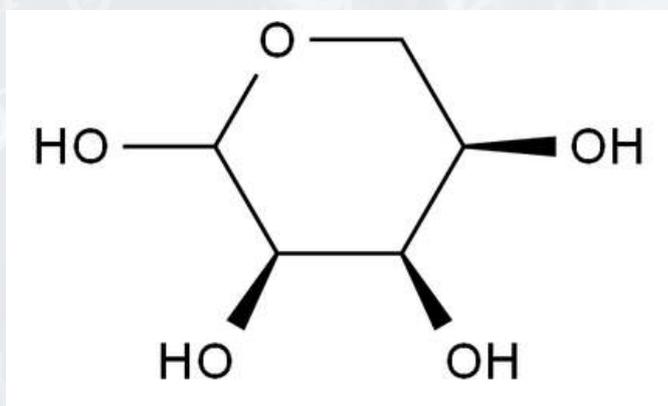


organismo, sendo a principal fonte de energia para as nossas atividades, atuando no reconhecimento celular, fazendo parte da estrutura do DNA e até determinando o nosso grupo sanguíneo. E tem mais!

Podemos classificar os carboidratos em quatro grandes classes de acordo com a quantidade de unidades de açúcares que os compõem:

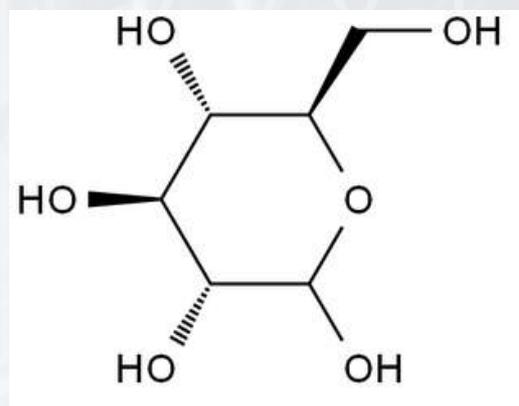
Monossacarídeos: compostos por somente uma unidade, são classificados de acordo com a quantidade de carbonos que apresentam. Hexoses = 6 carbonos, pentose = 5 carbonos... E por aí vai. Na categoria hexoses, temos a famosíssima glicose.

Ribose



Fonte: KingDraw

Glicose

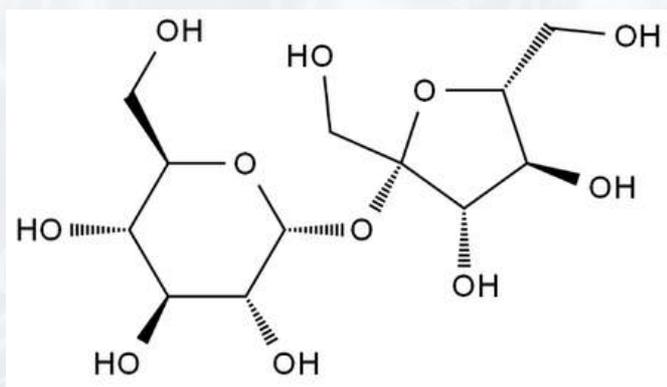


Fonte: KingDraw



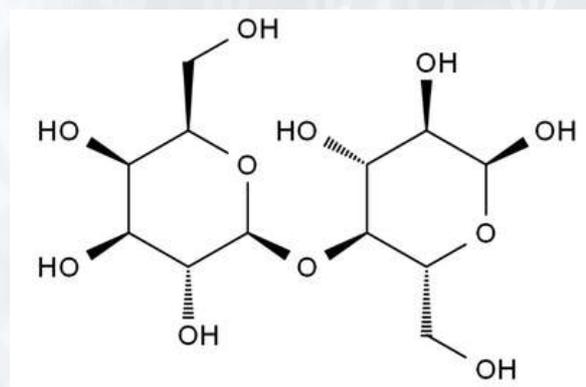
Dissacarídeos: formados por dois açúcares unidos por uma ligação glicosídica. O açúcar que usamos em casa é um exemplo de dissacarídeo, se chama sacarose e é formado por glicose + frutose. Outro dissacarídeo que ficou muito conhecido recentemente é a lactose, o açúcar do leite, que é formado por glicose + galactose. Ligações glicosídicas são formadas pela associação de duas hidroxilas e há a liberação de uma molécula de água.

Sacarose

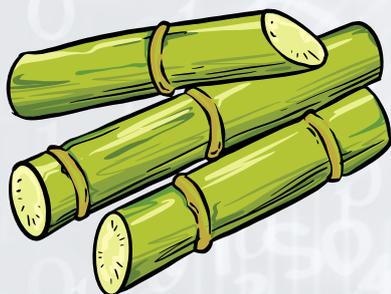


Fonte: KingDraw

Lactose



Fonte: KingDraw



Curiosidade aleatória e interessante: em geral, os produtos lácteos “sem lactose” apresentam um sabor mais doce. Será que há adição de açúcar? Não necessariamente, vamos entender como acontece a preparação desses produtos. Durante o processamento do produto é adicionada a enzima lactase ao alimento, que irá hidrolisar boa parte da lactose (dissacarídeo) em glicose + galactose (monossacarídeos). Acontece que o poder adoçante da lactose é 20%, o da glicose é em média 75% e o da galactose é 35%. Ou seja, a quantidade total de açúcar pode permanecer a mesma que iremos sentir um sabor mais doce.

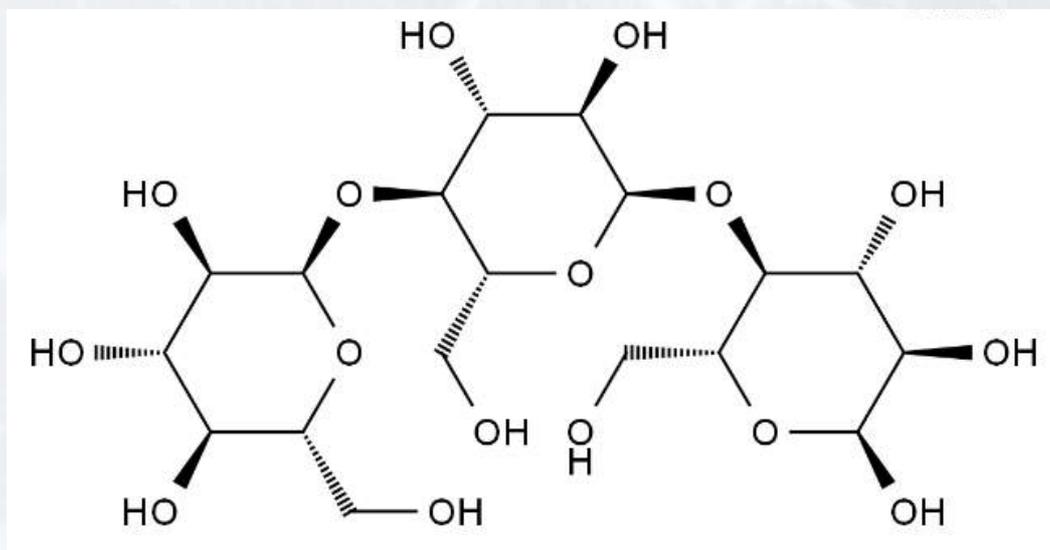
- O poder adoçante desses açúcares foi calculado usando como padrão o poder adoçante da sacarose sendo 100%.

Oligossacarídeos: apresentam entre três e dez unidades de açúcar em cada molécula, unidas por ligações glicosídicas.

Os oligossacarídeos e polissacarídeos são considerados polímeros, cujos monômeros são os monossacarídeos que formam as suas moléculas.



Maltotriose

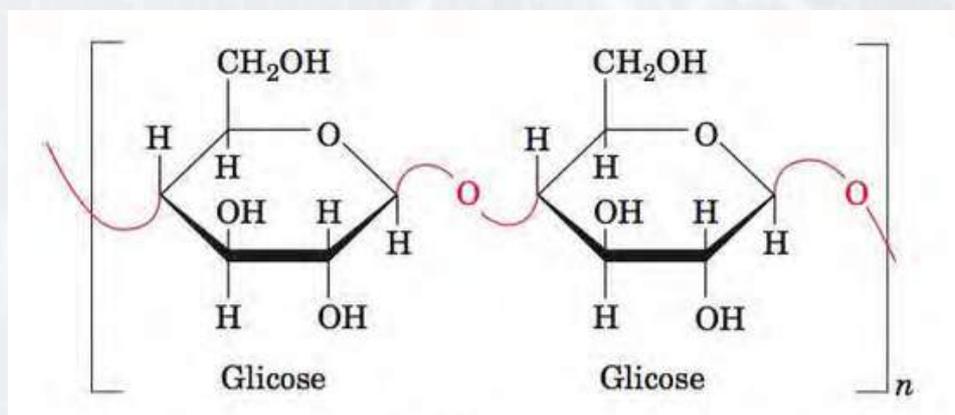


Fonte: KingDraw

Polissacarídeos: moléculas maiores, formadas por mais de dez monossacarídeos, também unidos por ligações glicosídicas. Certamente, o mais famoso dessa categoria é o amido, que é o carboidrato de reserva dos vegetais e a principal fonte de carboidratos da alimentação animal. Outro polissacarídeo bem conhecido é a celulose, componente estrutural da parede celular vegetal. Amido e sacarose são formados exclusivamente por moléculas de glicose, mas apresentam aspectos muito distintos, essa diferença se deve a forma como as moléculas de glicose estão ligadas umas às outras. Incrível né?



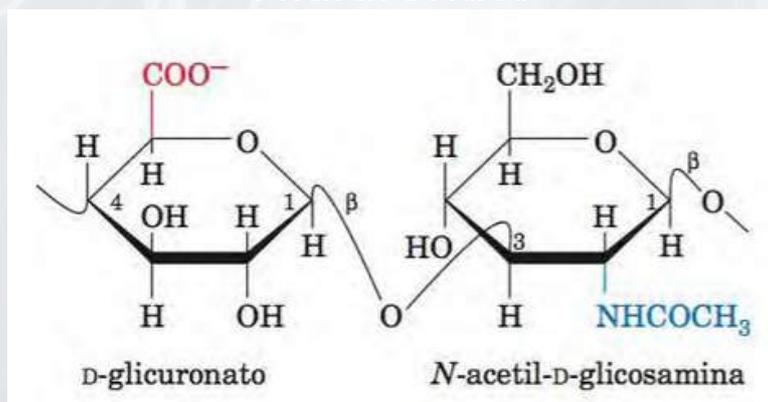
Celulose



Fonte: Voet e Voet

Essas moléculas podem ser formadas por unidades monoméricas iguais, como o amido e a celulose, sendo chamadas de homopolissacarídeos ou podem ser também formadas por unidades diferentes, formando os heteropolissacarídeos e nessa categoria temos o ácido hialurônico, ele mesmo, o queridinho dos produtos de skin care! Esse maravilhoso é formado inúmeras repetições de um dissacarídeo chamado hialuronato.

Hialuronato



Fonte: Voet e Voet



Os carboidratos podem se unir a outros tipos de moléculas formando glicolipídios, glicoproteínas e proteoglicanos, além de fazerem parte do DNA e do RNA.



Lipídios



Quando falamos em lipídios estamos nos referindo a óleos e gorduras e a primeira coisa que costumamos pensar é que eles não se misturam com a água. Óleos e gorduras não são polares, eles não têm pólos positivos e negativos em suas moléculas. Sendo assim, eles são atraídos por forças muito mais fracas e semelhantes, ocasionadas pelo constante movimento dos elétrons nas moléculas. Lipídios são fracamente atraídos uns pelos outros e não se unem tão firmemente quanto as moléculas de água. Devido a sua natureza hidrofóbica, em contato com a água, essas moléculas tendem a se agrupar para evitar ao máximo o contato com a água e como são menos densas que a água, elas flutuam. Um exemplo cotidiano, é o preparo de macarrão.



Tecnicamente, não se coloca óleo para cozinhar macarrão, mas sabemos que em muitos locais ele é preparado da seguinte forma: a pessoa coloca uma panela com água para ferver e despeja um fio de óleo que se deposita sobre a água na forma de várias gotas. Após um breve período, todas as gotinhas de óleo se juntam em uma gota grande, na tentativa de minimizar a superfície de contato com a água já que se trata de uma substância hidrofóbica. O importante é o macarrão ficar gostoso, né?

Existe uma ideia geral de que os lipídios fazem mal para a saúde e não devemos consumi-los, mas essas moléculas são importantes precursores de vitaminas e hormônios. Fazem parte das membranas celulares, entre outras funções, e a falta delas pode causar danos ao organismo. O problema está no consumo excessivo.

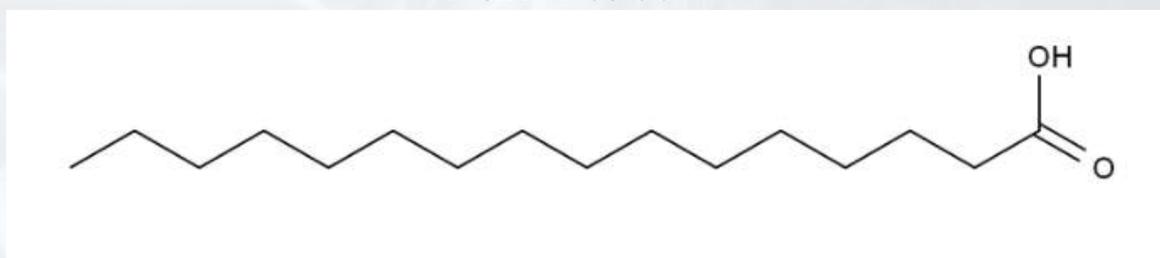
A composição das moléculas de lipídios apresenta um grande conteúdo de carbono e hidrogênio. Vamos dar uma olhada nas principais classes de lipídios.



Ácidos graxos.

A estrutura dessas moléculas é formada por uma longa cadeia de hidrocarbonetos ligada a uma carboxila (COOH), que é o grupamento que caracteriza os ácidos orgânicos. Essas moléculas podem se combinar entre si e com outras para formar outros lipídios mais complexos.

Palmitato



Fonte: KingDraw

Gordura saturada x gordura insaturada.

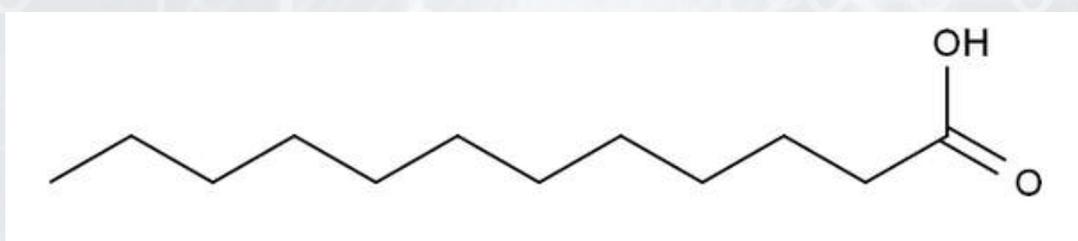
Os átomos de carbono podem se ligar a outros quatro átomos, nas cadeias de hidrocarbonetos. Cada carbono está ligado ao próximo átomo de carbono por uma ligação simples ou por uma ligação dupla. Se o carbono está fazendo uma ligação dupla, só consegue se ligar a um átomo de hidrogênio, já nos carbonos que estão ligados com uma ligação simples, cada carbono tem como se ligar a dois átomos de hidrogênio.



Gorduras que têm somente ligações simples entre os carbonos da cadeia são chamadas de saturadas de hidrogênio ou gorduras saturadas.

As gorduras insaturadas podem ser monoinsaturadas, quando apresentam somente uma dupla ligação ou poliinsaturadas, quando apresentam mais de uma insaturação. Uma ligação dupla em uma cadeia de carbonos ocasiona uma dobra na molécula. A presença das duplas ligações limita os movimentos da molécula assim como o seu alinhamento com outras moléculas. Sendo assim, quanto maior for o número de insaturações, mais distantes as moléculas se manterão umas das outras, o que influencia diretamente no ponto de fusão, assim como o tamanho da cadeia. Quanto maior for a cadeia, maior tende a ser o ponto de fusão e quanto maior é o número de insaturações, menor tende a ser o ponto de fusão.

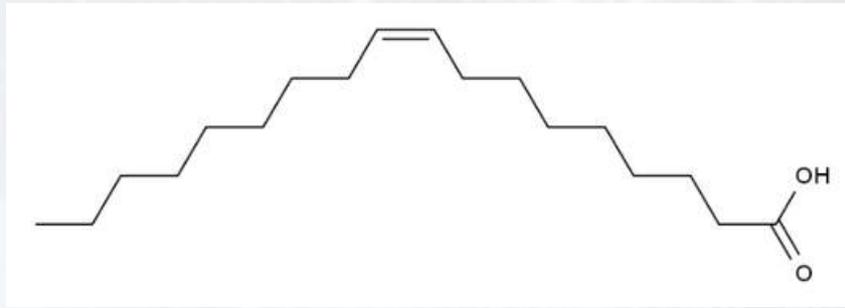
Ácido láurico: lipídio insaturado



Fonte: KingDraw

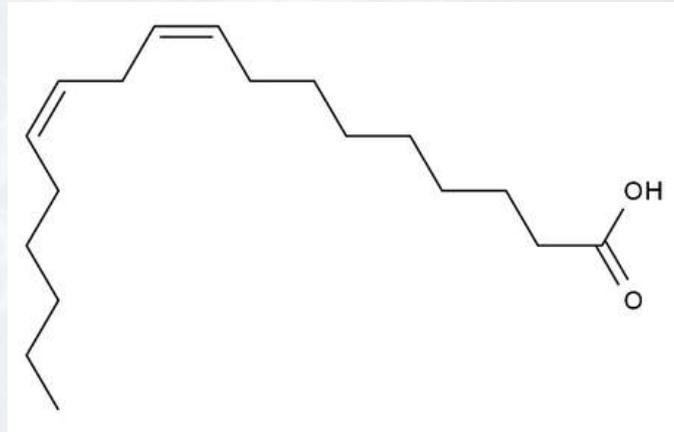


Ácido oleico: lipídio monoinsaturado



Fonte: KingDraw

Ácido linoleico: lipídio poliinsaturado



Fonte: KingDraw

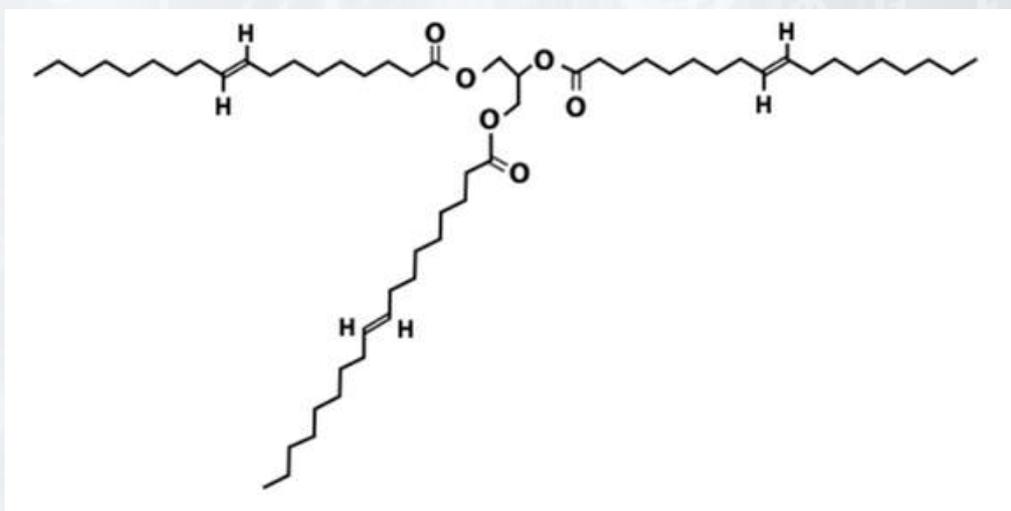
Gorduras trans.

As imagens de gorduras que vimos até agora têm os hidrogênios em cada ligação do mesmo lado da cadeia. Dizemos que os hidrogênios estão na posição cis. Quando os hidrogênios estão do mesmo lado, a cadeia se dobra, mas há outra posição em que eles podem estar, com um hidrogênio de um lado e o outro no lado oposto.



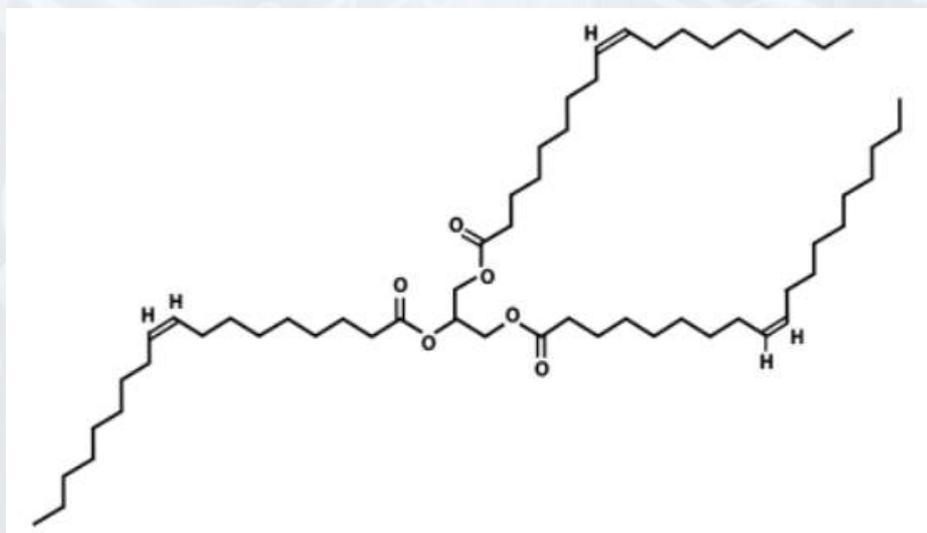
Chamamos essa distribuição de posição trans. As cadeias das gorduras trans são retas, como as das gorduras saturadas.

Trioleína trans



Fonte: Culinary reactions: The everyday chemistry of cooking

Trioleína cis



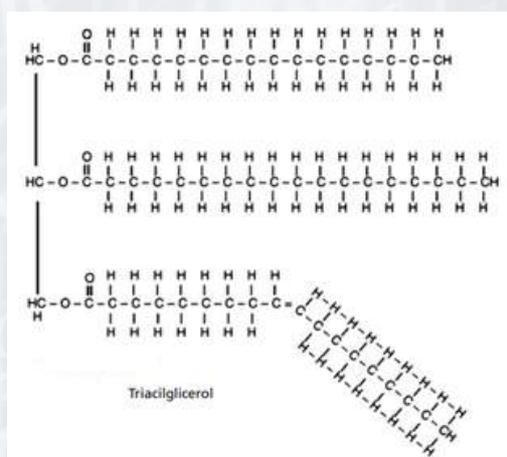
Fonte: Culinary reactions: The everyday chemistry of cooking



Durante a fabricação de gordura vegetal hidrogenada, os óleos vegetais contendo gorduras insaturadas são aquecidos com um catalisador de hidrogênio, de modo que algumas das ligações duplas ganhem um hidrogênio e se convertam em ligações simples saturadas. Esse processo produz ligações trans indesejáveis. As gorduras trans aumentam o risco de doenças coronárias, doenças cardíacas, os níveis de colesterol LDL (ruim) e reduzem os níveis de colesterol HDL (bom).

Triglicerídeos.

São a principal molécula de reserva energética nos mamíferos e ficam armazenados nos adipócitos, a famosa pança. Sua estrutura consiste em três longas cadeias de carbono e hidrogênio que estão ligadas a uma molécula central de glicerina.



Fonte: CEDERJ Bioquímica 1 - Vol. 3

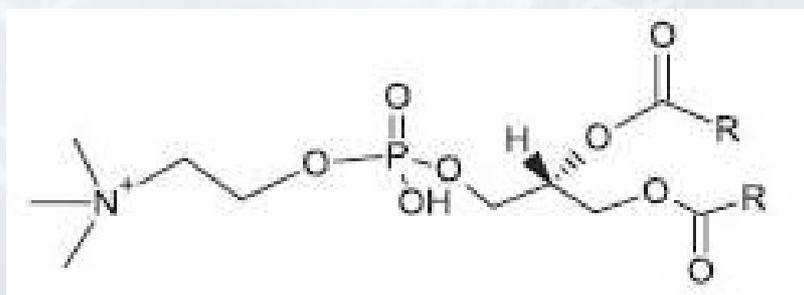


Fosfolipídios.

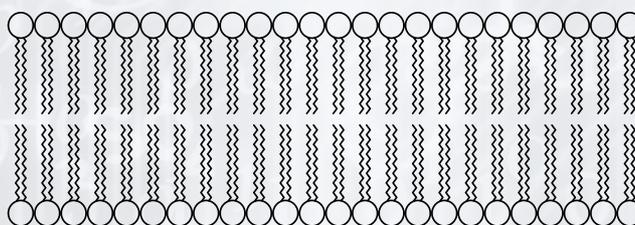
Existem diversos tipos diferentes e são os principais constituintes das membranas celulares. Basicamente, sua estrutura é composta por uma cabeça polar contendo um fosfato ligado a um glicerol e uma cauda apolar formada por dois ácidos graxos também ligados ao glicerol.

Um fosfolipídio que usaremos nas nossas receitas é a lecitina de soja, também chamada de fosfatidilcolina.

Fosfatidilcolina



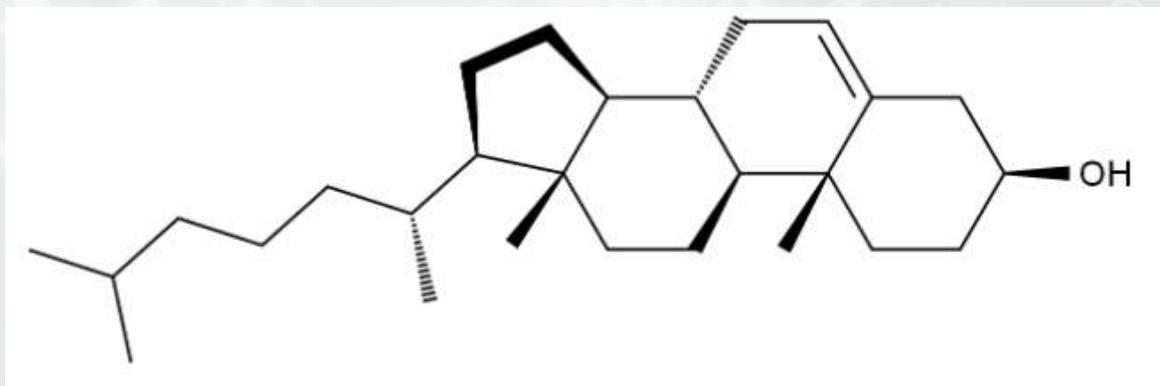
Fonte: Caracterização da pureza de fosfatidilcolina da soja através de RMN de ^1H e de ^{31}P



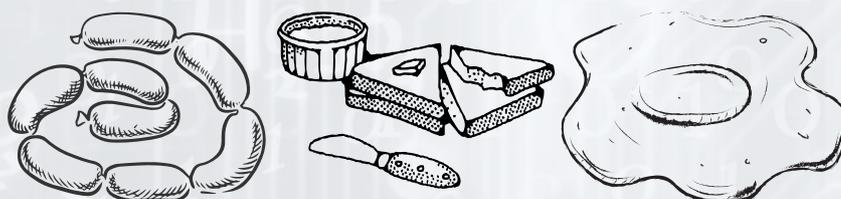
Esteróides.

São lipídios que apresentam uma estrutura básica de quatro anéis fundidos que é chamada de núcleo esteróide. Certamente o esteróide mais famosinho é o colesterol, uma gordura muito presente e exclusiva dos tecidos animais. Sim, as embalagens de azeite e óleo de coco que têm escrito que não contém colesterol querem fazer a gente de trouxa. O grupo dos esteróides também apresenta hormônios sexuais.

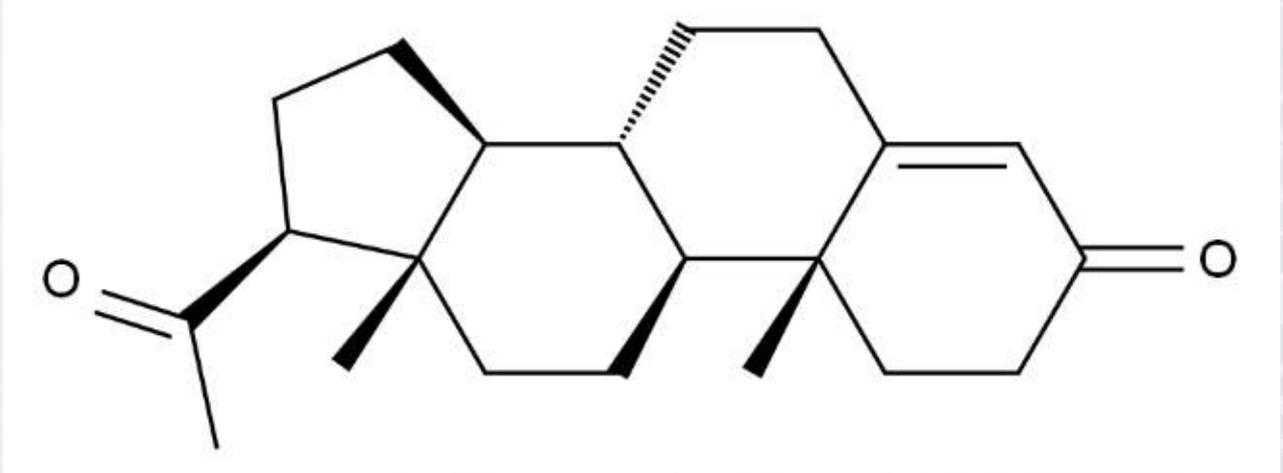
Colesterol



Fonte: KingDraw

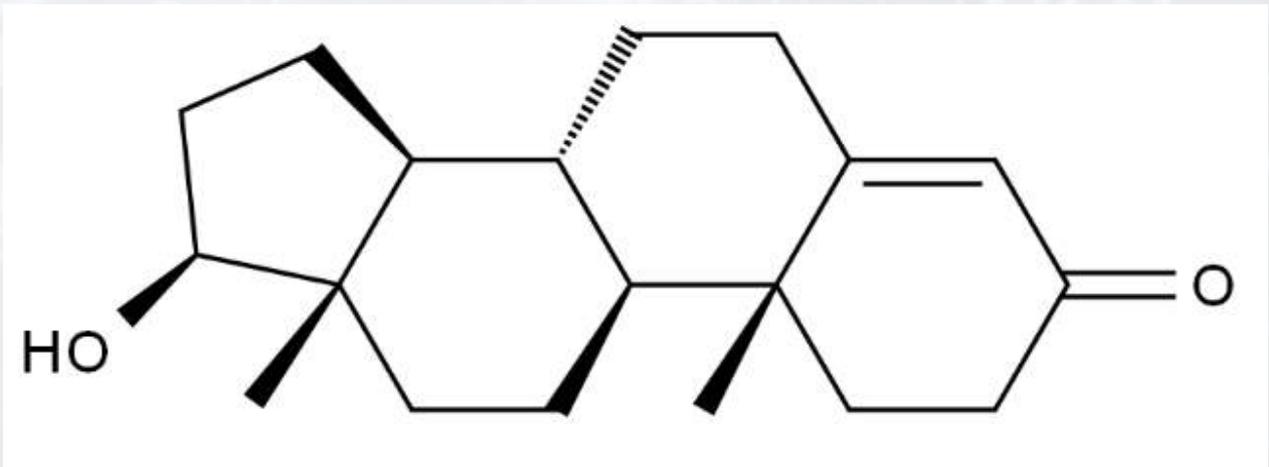


Progesterona

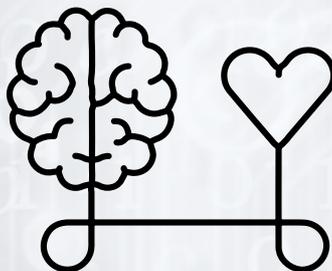


Fonte: KingDraw

Testosterona



Fonte: KingDraw

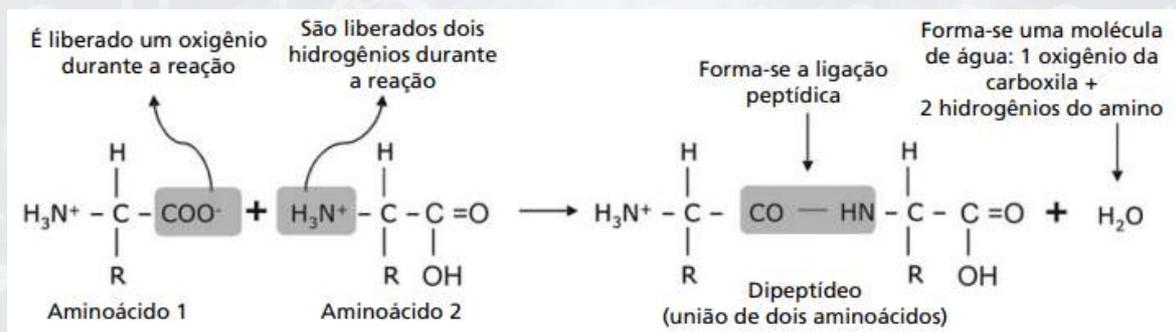




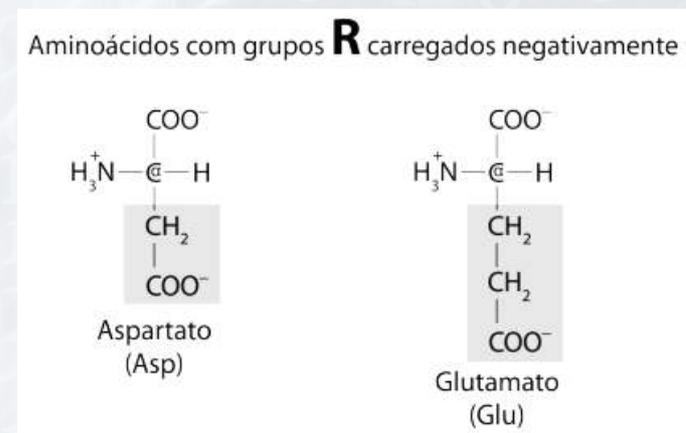
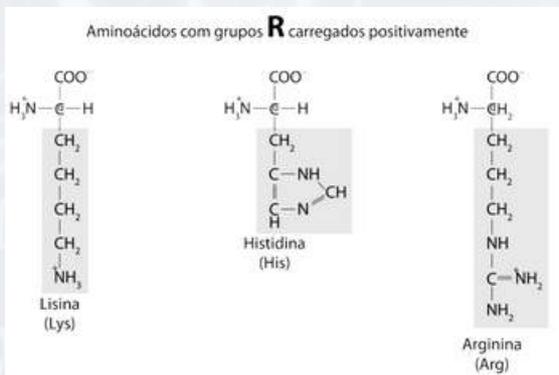
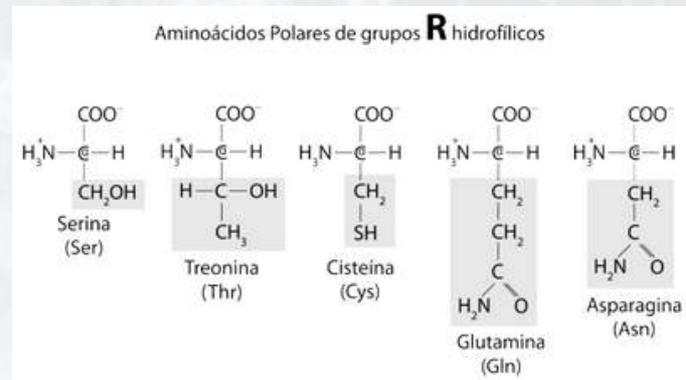
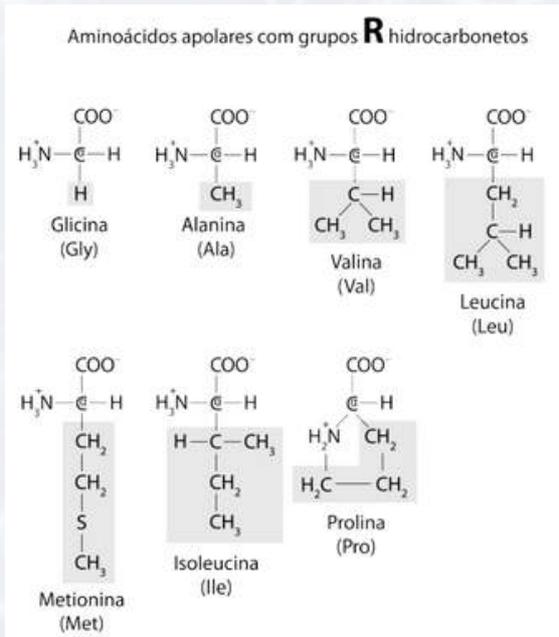
Proteínas



As proteínas são moléculas formadas por aminoácidos, podemos dizer que elas são polímeros formados por resíduos de aminoácidos, vamos entender isso mais a frente. A estrutura de um aminoácido apresenta um carbono ligado a um grupo carboxila (COOH), uma amina (NH₂), um hidrogênio e uma cadeia lateral. Existem cerca de 20 aminoácidos diferentes encontrados nas proteínas que compõem nossos corpos e os alimentos que comemos. Esses aminoácidos diferem uns dos outros somente pela cadeia lateral. Os aminoácidos podem se unir uns aos outros através de ligações covalentes conhecidas como ligações peptídicas. Quando dois aminoácidos se ligam há a perda de uma molécula de água, por isso, chamamos os constituintes dos polipeptídeos e proteínas de resíduos de aminoácidos.



Estrutura dos aminoácidos



Fonte: Bioquímica para estudantes das áreas de Ciências Biológicas e da Saúde.



Vamos dar uma olhada na estrutura das proteínas?

A sequência de aminoácidos em uma proteína forma o que chamamos de estrutura primária da proteína. É comum a analogia da estrutura primária com um colar de contas, em que cada conta é um resíduo de aminoácido ligado a outro(s) através da ligação peptídica. É a sequência primária a responsável pela determinação de como os resíduos de aminoácidos irão interagir para formar a estrutura final da proteína.



Fonte: Canva

O próximo nível de organização das proteínas é a estrutura secundária, que é o resultado da interação dos aminoácidos formadores da sequência primária entre si formando novas estruturas, ou seja,



seria a organização dessa sequência no espaço. Os principais constituintes da estrutura secundária são: as alfa-hélices, as folhas beta e as dobras. As alfa-hélices, fitas beta e dobras são estabilizadas pela formação de ligações de hidrogênio (antigamente se chamava pontes de hidrogênio) entre o grupamento amino de um aminoácido e o grupamento carboxila de outro, nas alfa-hélices ocorrem também interações fracas na parte interna da hélice.

A estrutura terciária de uma proteína é a forma que ela assume quando se dobra em uma forma tridimensional. Proteínas solúveis geralmente têm uma estrutura terciária globular ou quase esférica, já as proteínas insolúveis em geral possuem a estrutura terciária fibrosa. Somente após a formação da estrutura terciária, a proteína pode exercer a sua função. Alguns exemplos de diferentes funções exercidas pelas proteínas:

Anticorpos: possuem braços que se ligam aos antígenos, defesa.

Insulina: se liga aos receptores celulares, hormônio.

Amilase: degradação do amido, enzima.

Proteína muscular: contração, motilidade.

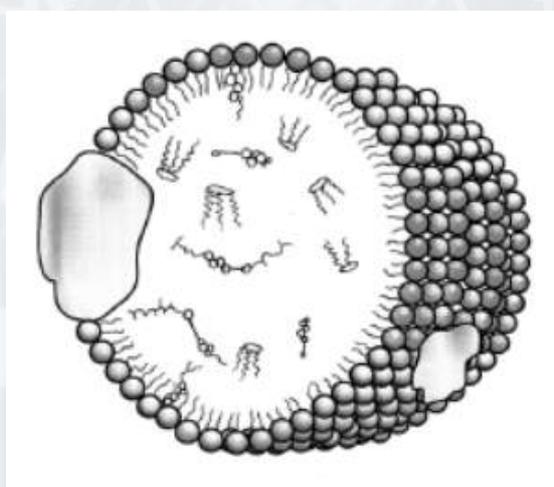
Ferritina: funciona como um depósito de ferro, armazenamento.

Colágeno: hélice tripla, estrutural.

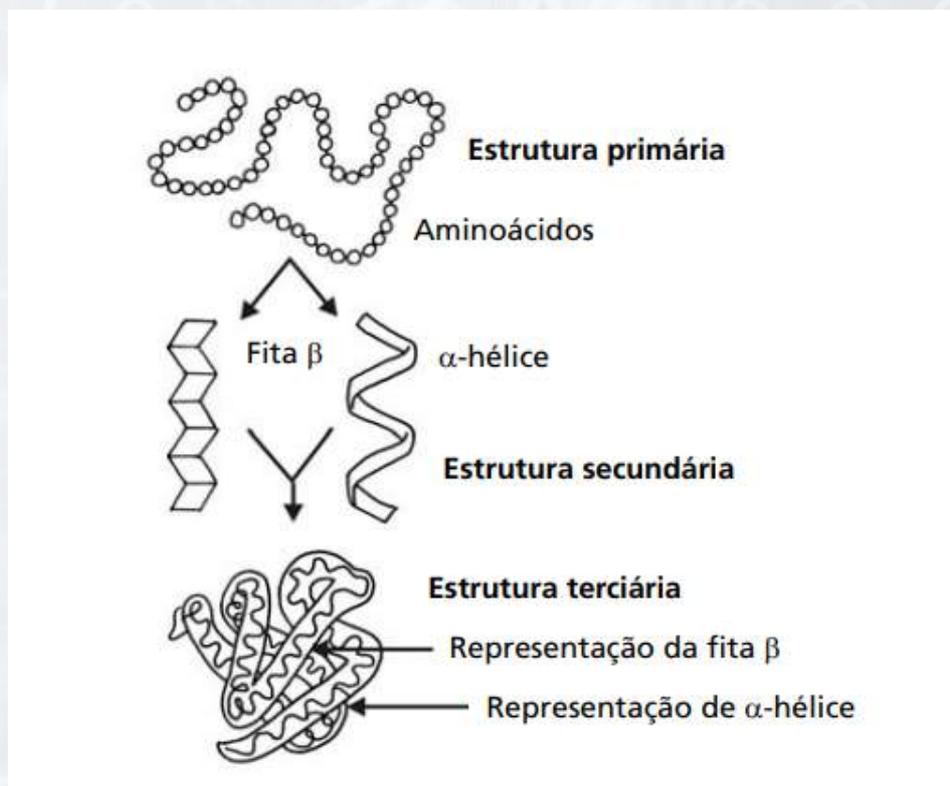


A estrutura terciária é mantida e estabilizada por ligações de hidrogênio, interações iônicas, interações hidrofóbicas e, em algumas proteínas, ligações dissulfeto ou pontes de enxofre. As pontes de enxofre são ligações covalentes formadas entre duas cisteínas.

Algumas proteínas se combinam com outras moléculas. Nos núcleos das células, por exemplo, as proteínas se combinam com os ácidos nucleicos para formar nucleoproteínas. Proteínas também podem se unir com carboidratos formando glicoproteínas e com a gordura formando as lipoproteínas. As lipoproteínas possuem um papel importantíssimo na circulação dos lipídios através da corrente sanguínea, abaixo podemos ver a representação da LDL (*Low-Density Lipoprotein*), também conhecida como "colesterol ruim".



A imagem abaixo traz uma ideia geral dos níveis de organização das proteínas.



Fonte: CEDERJ Bioquímica 1 - Vol. 1

A estrutura quaternária não está presente em todas as proteínas. A proteína que possui uma estrutura quaternária apresenta mais de uma subunidade para poder exercer a sua função.

Desnaturação proteica.

As proteínas solúveis em sua conformação correta, apresentam os resíduos de aminoácidos



que possuem a cadeia lateral hidrofóbica na parte interna da proteína, e os resíduos hidrofílicos na parte externa, em contato com o meio aquoso. A desnaturação consiste no rompimento das ligações de hidrogênio que preservam a estrutura tridimensional da proteína. Quando isso ocorre, há a perda da função já que a proteína desnaturada pode assumir várias formas diferentes. As moléculas desnaturadas passam a ter uma maior superfície de contato com a solução além de uma grande exposição das regiões hidrofóbicas, tornando-se insolúveis em água e formando agregados.

Há vários agentes desnaturantes de proteínas, na cozinha frequentemente usamos o calor, a acidez e a desnaturação mecânica. Vamos utilizar esses recursos em algumas receitas.

Em resumo, uma proteína desnaturada volta a ter somente a estrutura primária, que é mais resistente por ser mantida somente por ligações covalentes.

Proteases.

As proteases são enzimas capazes de hidrolisar as ligações peptídicas, ou seja, conseguem



“quebrar” a estrutura primária das proteínas e polipeptídeos. São moléculas muito importantes para a digestão das proteínas.

Propriedades das proteínas do leite que são relevantes para as nossas receitas/experimentos:

A maior parte das proteínas do leite é constituída de caseínas. Essas proteínas apresentam uma quantidade grande do aminoácido prolina, que tem uma cadeia lateral que dificulta a organização de estruturas secundárias regulares e ordenadas. Além disso, as caseínas não possuem ligações dissulfeto em sua estrutura terciária, o que torna a estrutura mais frágil. Isso tudo resulta em proteínas com regiões hidrofóbicas parcialmente expostas que se reúnem em pequenas micelas.

Ei! Faltou falar dos ácidos nucleicos. Pois é, vai ficar para a próxima vez. Sem dúvidas nossos ingredientes contém ácidos nucleicos, já que tudo o que comemos se origina de algum ser vivo, mas em geral essas moléculas não são consideradas como macronutrientes presentes nos alimentos, que são: carboidratos, lipídios e proteínas. Então vamos pular



essa parte e deixar o estudo dos ácidos nucleicos para a Biologia Molecular, até para que o livro não fique extenso demais e ninguém queira ler. Como se muita gente amasse Bioquímica e quisesse ler... Vida que segue.

Abordagem investigativa.



O ensino de Ciências através da abordagem investigativa é uma forte tendência atual, vou apresentar aqui as suas principais ideias e fazer um convite para que as atividades a seguir sejam realizadas sob esta perspectiva. Não tenho a pretensão de dizer exatamente de que forma as atividades devem ser aplicadas, ninguém melhor que o professor regente da turma para decidir em conjunto com seus estudantes como as atividades serão feitas, afinal, é imprescindível o respeito à autonomia pedagógica de cada profissional.

A referência em ensino de ciências investigativo aqui no Brasil é a Prof.a Dr.a Lúcia Helena Sasseron (USP). As informações a seguir são uma tentativa de transpor o conhecimento presente na sua produção



acadêmica, dando ênfase à aplicação prática na escola. Caso surja interesse em pesquisar sobre o assunto, os artigos presentes nas referências podem ser um bom começo. Também é fácil encontrar várias palestras dela no Youtube.

A abordagem investigativa para o ensino de Ciências enfatiza a importância da alfabetização científica, já que sem esta a compreensão dos conteúdos pelos estudantes não se daria de forma consciente e integrada.

...

O que é a alfabetização científica?

É fazer com que os estudantes conheçam a importância da ciência, o método científico e também a contextualização da ciência com a vida cotidiana, para que haja a percepção de que a ciência faz parte da nossa vida diária.

Esses aprendizados possibilitam que o estudante passe a ver o mundo de uma forma diferente, podendo optar por práticas mais conscientes e baseadas no conhecimento científico, inclusive levando essa nova visão para outras áreas da sua vida, para além da escola.



Em geral, as aulas de Ciências seguem um modelo vertical em que o docente apresenta conceitos e materiais, cabendo aos estudantes o papel de seguir o roteiro apresentado sem muita reflexão e tendo uma atuação mais passiva no processo de ensino-aprendizagem.

O ensino por investigação é uma abordagem didática que pode ser utilizada pelos professores em diferentes tipos de atividades e conteúdos. Em geral, a proposta se inicia com uma pergunta feita pelo professor para a qual os estudantes devem em grupo tentar elaborar hipóteses baseando-se em materiais também fornecidos pelo professor. Sendo de extrema importância neste processo a interação dos estudantes entre si, com os materiais disponíveis e com o professor.

O papel do professor nesta abordagem não é o de fornecer respostas prontas e sim possibilidades para que os estudantes construam as suas hipóteses e as testem dentro do possível. Incentivando a participação dos estudantes na resolução dos problemas, na busca de informações e na elaboração e teste de hipóteses. É preciso deixar os estudantes confortáveis para contribuir e



fazer questionamentos acerca dos assuntos estudados, assim como proporcionar a integração do conhecimento científico com a vida cotidiana.

É esperado que os estudantes identifiquem as variáveis do problema apresentado e as relacionem para explicar o que está acontecendo. É desejável que eles percebam a relação do fenômeno estudado com a vida cotidiana. Este tipo de proposta é baseada no protagonismo dos estudantes.

Ilustrando com o exemplo de um experimento aqui do livro:

Uma atividade muito conhecida para o estudo das biomoléculas é a análise dos rótulos de alimentos. Vamos imaginar que a ideia da aula seja que os estudantes relembrem os conceitos de substâncias hidrofílicas e hidrofóbicas e conheçam o papel e a importância dos emulsificantes para a nossa digestão e para a indústria alimentícia.

A aula poderia se iniciar com a divisão da turma em grupos e a distribuição de embalagens de alimentos,



entre eles alguns com alto teor de água e gordura para que os estudantes avaliem a composição.

Após a avaliação, eles deveriam responder à questão: Quais são os ingredientes presentes em maior quantidade nestes alimentos?

Água e gordura certamente estariam listadas. Caso nenhum estudante levante a questão, podemos perguntar: É esperado que água e gordura misturadas apresentem uma textura homogênea? Justifique.

Eles irão dizer que não e haverá uma discussão sobre os motivos.

A próxima pergunta seria: O que faz com que esses alimentos tenham a aparência homogênea? Como podemos descobrir isso? A ideia é que eles sugiram maneiras de investigar as questões. Pode ser avaliando mais rótulos de outros alimentos e vendo algum ingrediente que esteja presente somente nesses alimentos com grande quantidade de água e óleo, pesquisando no Google, ou outras propostas feitas pelos estudantes.



Assim que o primeiro falar a palavra emulsificante, pode-se pedir para que eles façam uma breve pesquisa sobre o que é emulsificante e emulsão. Pode-se aproveitar para falar sobre o papel dos sais biliares na digestão.

Após essa etapa, podemos fazer a receita de margarina que é super rápida e fácil. Seria uma atividade prática para que eles visualizem a formação da emulsão e ainda possam comer o experimento com biscoitos ou torradas ao final da aula.



Se você leu até aqui, merece uma torta de palmito com queijo em forma de coração. Toda a metologia foi elaborada com muito carinho, sempre pensando em facilitar a vida de quem vai dar as aulas e tentando deixar o conteúdo mais atrativo para os estudantes.

Boas aulas e bom apetite!



Sobre a autora:

Bióloga, professora, taverneira, gateira e por enquanto, mestranda.

Formada em Licenciatura em Ciências Biológicas pela UFRJ, desde sempre apaixonada por cozinhar e estudando culinária medieval como hobby há alguns anos.

Minha página de gastronomia medieval no Instagram:

@taverna_da_amanita, aproveita pra me seguir, nunca te pedi nada. 🙄

Caso deseje entrar em contato, pode ser também através do email: gitortorella.bio@gmail.com



Referências

AVELAR, Drica. **Receita de geleia de maracujá usando a casca**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=hFMMFd1h4SI>>. Acesso em: 19 fev. 2022.

BELITZ, Hans-Dieter; GROSCH, Werner; SCHIEBERLE, Peter. **Food Chemistry**. 4. ed. rev. amp. Berlin: Springer, 2009.

BISPO, Eliete da Silva; FERREIRA, Vera Lúcia Pupo; SANTANA, Ligia Regina Radomille de; YOTSUYANAGI, Katumi. Perfil sensorial de pó de cacau (*Theobroma cacao* L.) alcalinizado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 375-381, abr./jun. 2005.

BUHL, Tina F.; CHRISTENSEN, Claus H.; HAMMERSHØJ, Marianne. Aquafaba as an egg white substitute in food foams and emulsions: protein composition and functional behavior. **Food Hydrocolloids**, [s.l.], v. 96, p. 354-364, nov. 2019.

SILVA, Karen. **Calda para molhar bolo**. Disponível em: <<https://tanamesa.com/receita/calda-para-molhar-bolo-karen-silva/>>. Acesso em: 20 março 2022.

CANTERI, Maria H. G.; MORENO, Lirian; WOSIACKI, Gilvan; SCHEER, Agnes de P. Pectina: da matéria-prima ao produto final. **Polímeros**, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 149-157, abr. 2012.

CATALANI, Lidiane Aparecida et al. Fibras alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, São Paulo, v. 18, p. 178-182, nov. 2003.



CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR A DISTÂNCIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Bioquímica 1** - Estudo Dirigido II: Carboidratos. [Rio de Janeiro], [2017]. Documento eletrônico disponibilizado pela professora Maria Lucia Bianconi.

CUNHA, J. G. S.; OLIVEIRA, P. S. G.; MENDES, T. G.; GINANI, J. S.; ZANDONADI, R. P. Glycemic impact of juice processed by different types of domestic mixers. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 1, p. 65-70, jan./mar. 2010.

DONA Benta: comer bem. 75. ed. rev. amp. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2003.

FERREIRA, Carolina Lisboa. **Queijo minas caseiro**.

Disponível em:

<<https://www.anamariabrogui.com.br/receita/queijo-minas-caseiro-45860>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

FERREIRA, Luiz Henrique; RODRIGUES, Ana Maria G. Dias; HARTWIG, Dácio R.; DERISSO, Cesar Roberto. Qualidade do Leite e Cola de Caseína. **Química Nova na Escola**, São Carlos, v. 6, p. 32-33, nov. 1997.

FIELD, Simon Quellen. **Culinary Reactions**: the everyday chemistry of cooking. Chicago: Chicago Review Press, 2012.

FREIRE, H. P.; SANTOS, M. **Bioquímica para estudantes das áreas de Ciências Biológicas e da Saúde**. Passos: EDIFESP, 2019. 156 p.



GIOIELLI, Luiz Antonio. Óleos e gorduras vegetais: composição e tecnologia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s.l.], v. 5, n. 2, p. 211-232, 1996.

HADDAD, Antonio et al. **Técnicas de Microscopia Eletrônica aplicada às Ciências Biológicas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Microscopia e Microanálise, 2007. 357 p.

JAFELICCI JUNIOR, Miguel; VARANDA, Laudemir Carlos. O mundo dos colóides. **Química nova na escola**, v. 9, p. 9-13, 1999.

LIMA, Nataly. **Gelatina de abacaxi**. Disponível em: <<https://receitas.globo.com/gelatina-de-abacaxi-4e64345bddf17214b4003e71.ghtml>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

MASSULO, Camila. **Cascas de laranja cristalizadas**. Disponível em: <<https://saldeflor.com.br/receitas/doces-e-sobremesas/cascas-de-laranja-cristalizada/>>. Acesso em: 4 mar. 2022.

MERHEB, Graciela de Amaral. **Estudo do processo de cristalização de sacarose a partir de soluções provenientes de cana-de-açúcar por resfriamento controlado**. 2009. 198 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.



MERTINS, Omar et al. Caracterização da pureza de fosfatidilcolina da soja através de RMN de ^1H e de ^{31}P . **Química Nova**, [s.l.], v. 31, n. 7, p. 1856-1859, 2008.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. 1249 p.

NUNES, **Andréia**. **Brigadeiro gourmet para enrolar**.

Disponível em:

<<https://www.tudogostoso.com.br/receita/162646-brigadeiro-gourmet-para-enrolar.html>> Acesso em: 19 ago. 2021.

OLIVEIRA, Maricê N.; DAMIN, M. Regina. Efeito do teor de sólidos e da concentração de sacarose na acidificação, firmeza e viabilidade de bactérias do iogurte e probióticas em leite fermentado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, p. 172-176, dez. 2003.

PANELATERAPIA. **Como Fazer Iogurte Natural Caseiro:**

Receita Fácil. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=JfKWJsdzaaU>>. Acesso em: 03 mar. 2022.

POIAN, Andrea da; FOGUEL, Debora. **Bioquímica 1**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009. v.1-3.

POTTER, Jeff. **Cozinha Geek**: ciência real, ótimos truques e boa comida. Rio de Janeiro: Alta Books, 2012.



SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 59-77, mar. 2011.

SASSERON, Lucia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n.3, p. 1061-1085, set./dez. 2018.

SASSERON, Lúcia Helena. Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, p. 563-567, jul. 2019.

SCIENCE of cooking. **What is caramelization?** Disponível em
<<https://www.scienceofcooking.com/caramelization.htm>>. Acesso em: 21 ago. 2021.

SCIENCE of cooking. **What is the Maillard Reaction?** Disponível em
<https://www.scienceofcooking.com/maillard_reaction.htm>. Acesso em: 21 ago. 2021.

SILVA, Karen. **Calda para molhar bolo**. Disponível em:
<<https://tanamesa.com/receita/calda-para-molhar-bolo-karen-silva/>>. Acesso em: 20 março 2022.

TAKEMURA, Masaharu; KIKUYARO; SAWA, Office. **Guia Mangá Bioquímica**. São Paulo: Novatec, 2016. Tradução: BrodTec.

VOET, Donald; VOET, Judith G. **Bioquímica**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 1503 p.

