



A Química dos Alimentos Funcionais

Gustavo J. S. Cañas e Mara E. F. Braibante

O hábito alimentar das pessoas tem mudado no decorrer dos tempos, procurando sempre obter uma alimentação saudável em benefício da saúde. Atualmente, as expectativas dos consumidores exigem a busca por novos produtos alimentícios que proporcionem, além da nutrição básica, aquisição de outros componentes que funcionem como um potencial fisiológico, permitindo melhoria no estado físico e mental na saúde das pessoas. Nesse contexto, surgem os denominados “alimentos funcionais” que proporcionam benefícios adicionais como a prevenção de risco de certas doenças. Assim, o presente trabalho apresenta de forma sucinta uma revisão bibliográfica sobre os alimentos funcionais, seus principais compostos bioativos, a história de seu surgimento, sua química e o potencial de seus benefícios. Trazemos também neste trabalho, uma proposta de como abordar esta temática por meio de algumas atividades para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de química na escola.

► alimentos funcionais, alimentação e saúde, ensino de química ◀

Recebido em 29/11/2018, aceito em 08/02/2019

216

A alimentação é um processo fundamental na vida das pessoas. Uma alimentação variada oferece os nutrientes básicos (carboidratos, proteínas, lipídeos, vitaminas e sais minerais) que precisamos para o crescimento, manutenção da saúde e do bem-estar. Nos últimos anos, a maioria da população vem tomando consciência da importância de uma alimentação saudável (Brasil, 2014). No entanto, existem vários fatores determinantes que propiciam um estilo de vida sedentário como: ingestão energética alta, pouca atividade física, consumo elevado de gorduras saturadas, pouco consumo de frutas, verduras e alimentos naturais (Simpoulos, 2001).

No mundo existem 2,1 milhões de pessoas em situação de obesidade ou sobrepeso, representando 30% da população mundial. O Brasil encontra-se

no *ranking* dos países com maior índice de obesidade na sua população (Costa e Rosa, 2016). Em 2013, o Ministério da Saúde Pública do Brasil publicou que 54,7% dos homens e 47,4% das mulheres estão acima do peso ideal (Brasil, 2017).

Em 2009, doenças como diabetes, doenças cardiovasculares, doenças respiratórias, consideradas como crônicas não transmissíveis, representaram 80,7% das mortes no Brasil (Brasil, 2017).

Assim, surge a preocupação por uma alimentação saudável e nutritiva que além de proporcionar os nutrientes necessários ao nosso organismo, ofereça também uma forma de combater estes tipos de doenças.

Em 2009, doenças como diabetes, doenças cardiovasculares, doenças respiratórias, consideradas como crônicas não transmissíveis, representaram 80,7% das mortes no Brasil (Brasil, 2017). Assim, surge a preocupação por uma alimentação saudável e nutritiva que além de proporcionar os nutrientes necessários ao nosso organismo, ofereça também uma forma de combater estes tipos de doenças. Atualmente, o norte americano Jeffrey Bland, que atua

no campo da medicina nutricional, pesquisa por meio de estudos do genoma de cada pessoa e estilo de vida, alternativas na prevenção de doenças com base no consumo de alimentos funcionais (Bland, 2018).

Nesse contexto é contínua a busca por novos produtos alimentícios que tragam benefícios específicos para a saúde.

A seção “Química e Sociedade” apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre Ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da Ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.

Estes novos produtos são considerados como alimentos funcionais, pois contêm compostos bioativos que podem apresentar benefício na redução do risco de doenças. Alguns desses compostos bioativos mais estudados são: carotenoides, flavonoides, ácidos graxos insaturados do tipo ômega etc. No presente trabalho, apresentamos como surgiu este tipo de alimento, seu conceito, além dos principais compostos bioativos e seus benefícios para a saúde, bem como as possíveis relações dos conceitos químicos atrelados a esta temática para o ensino de química.

Como Surgiram os Alimentos Funcionais?

Há aproximadamente 2500 anos a.C., sem ainda ser denominados funcionais, certos alimentos eram consumidos para o tratamento de doenças. O grego Hipócrates, pai da medicina, declarava: “faça do seu alimento seu remédio”. Além dos gregos, os egípcios e os romanos também tinham noção sobre a utilização e consumo dos alimentos para melhoria da saúde. Os chineses, 1000 a.C., reconheceram também a relação existente entre dieta e saúde, utilizando alimentos na prevenção e cura de doenças (Pimentel *et al.*, 2005).

A fantástica história dos alimentos funcionais inicia quando várias problemáticas em torno da saúde da população e o consumo de alimentos começam a aparecer, bem como a necessidade das pessoas na busca de uma alimentação com um valor agregado. Em 1955, após a Segunda Guerra Mundial, nos EUA foi desenvolvida a hipótese lipídica, pelo pesquisador Ancel Keys, o qual afirmou que um alto consumo de gorduras pode levar um indivíduo a sofrer de doenças cardíacas (Fonseca, 2007). Posteriormente, entre 1960 e 1970, surgiu o fenômeno chamado de Revolução Verde, considerado como a difusão de tecnologias agrícolas que permitiram um aumento considerável na produção de alimentos, utilizando de forma intensiva produtos químicos, sobretudo em países menos desenvolvidos (Octaviano, 2018). Estes acontecimentos geraram grande preocupação na população, nos governos e instituições de saúde.

Assim, no início dos anos 80, o conceito de alimentos funcionais é introduzido no Japão, devido ao desenvolvimento de alimentos que possibilitem potenciais benefícios à saúde para diminuir os gastos em saúde pública e atingir a prevenção de certas doenças. O país oriental inicia pesquisas e produção desse tipo de alimento apoiado pelo estudo colaborativo entre o governo, universidades e fabricantes de alimentos. Surge a primeira denominação em inglês FOSHU (*foods for specified health uses*) (Baptista *et al.*, 2013; Costa e Rosa, 2016). A partir da década de 90, começaram os estudos nos Estados Unidos, uma vez que sua população apresentava altos índices de obesidade, devido ao elevado consumo de comida rápida *fast food*. A dieta dos norte-

americanos apresentava o consumo de uma alta quantidade de sal e gorduras saturadas.

No contexto brasileiro, o interesse pelos alimentos funcionais surge na década de 1990, seguindo as tendências do mercado mundial de alimentos. Em 1998, cria-se a Comissão Técnico-Científica de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos (CTCAF), formada por profissionais especializados na área de alimentos pertencentes a universidades públicas e instituições de pesquisa. Juntamente com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) foram criadas as resoluções nº 18 e 19, de 30 de abril de 1999, as quais regulamentam as “Alegações de propriedades funcionais ou de saúde para estes alimentos” (Nitzke, 2012).

A partir do século XX, os alimentos funcionais assumem um importante destaque no mercado alimentar. As indústrias começaram a inovar e produzir novos alimentos com um único objetivo, satisfazer as expectativas de bem-estar e saúde dos consumidores, sendo prioridade a prevenção das doenças mais comuns na população (Salles, 2013).

O que é Considerado como um Alimento Funcional?

Os autores Gibson e Williams (2001) consideram como funcional: um alimento natural ao qual foi adicionado um componente específico; um alimento no qual foi removido um componente específico; ou que foi modificada a natureza de um ou mais dos seus componentes, e também o que foi modificado a quantidade de um ou mais componentes.

De acordo com esses autores, um alimento funcional pode ser um alimento natural, de procedência animal ou vegetal sem nenhum tipo de processamento ou um alimento industrializado que teve algum tipo de processamento antes do seu consumo. Dessa forma, podemos dizer que os alimentos funcionais podem ser qualquer alimento que, na sua composição, contenham uma substância ou molécula química, seja do próprio alimento ou adicionada, que proporciona potenciais benefícios para a saúde das pessoas, podendo se apresentar em uma forma natural ou processada.

Qual o Conceito de Alimento Funcional?

São várias definições que podemos encontrar na literatura para um alimento funcional, embora não exista um consenso na sua definição. No Brasil, a ANVISA determina que um alimento funcional deva ter duas propriedades: uma propriedade funcional e outra para a saúde. Sendo a primeira relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais no organismo humano. A segunda propriedade é aquela que afirma, sugere ou implica

São várias definições que podemos encontrar na literatura para um alimento funcional, embora não exista um consenso na sua definição. No Brasil, a ANVISA determina que um alimento funcional deva ter duas propriedades: uma propriedade funcional e outra para a saúde.

na existência de relação entre o alimento ou ingrediente com uma doença ou condição relacionada à saúde (ANVISA, 1999).

Outro conceito diz que: é aquele alimento que consumido na alimentação diária pode trazer benefícios fisiológicos devido à presença de ingredientes fisiologicamente saudáveis (Cândido e Campos, 2005).

Portanto, considerando estas definições, podemos dizer que um alimento funcional é aquele que além dos nutrientes básicos de um alimento (carboidratos, proteínas, gorduras, vitaminas e minerais) contém um nutriente ou ingrediente específico que trará um benefício exclusivo no organismo, no bem-estar ou para a saúde, sendo esses componentes os responsáveis pela característica de funcionalidade.

Classificação dos Componentes Funcionais

Segundo Souza *et al.* (2003), os componentes funcionais podem ser classificados de duas formas: quanto à fonte, de origem natural seja vegetal ou animal e quanto aos benefícios que oferecem, atuando em seis áreas do organismo: sistema gastrointestinal; sistema cardiovascular; metabolismo de substratos; crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular; comportamento das funções fisiológicas e como antioxidantes.

Para Moraes e Colla (2006), existe uma ampla variedade de substâncias caracterizadas como funcionais, as mesmas podem ser classificadas pelos componentes bioativos que estes alimentos possuem, de acordo com a sua estrutura química, características, propriedades e seus benefícios para a saúde. No Quadro 1, apresentamos os principais compostos

bioativos com propriedade funcional, seu benefício e suas fontes alimentares.

Considerando a variedade de substâncias presentes nos alimentos funcionais, neste trabalho abordaremos as principais e mais estudadas pela comunidade científica, selecionadas para serem exploradas em sala de aula com a finalidade de relacionar estas substâncias com os conteúdos de química orgânica e o nosso cotidiano, tais como: carotenoides, flavonoides, ácidos graxos insaturados, ômega 3 e 6 e fibras.

Carotenoides

Os carotenoides são pigmentos naturais e podem ser encontrados comumente em plantas, flores e frutos, existem mais de 600 estruturas caracterizadas, possuem uma cor intensa que vai do amarelo ao vermelho devido à presença de grupos cromóforos. São substâncias insaturadas, lipossolúveis, formadas por 8 unidades de isopreno (Felipe e Bicas, 2017).

São conhecidos como tetraterpenos por apresentarem 40 carbonos e sua estrutura química básica é constituída a partir da molécula de licopeno (Figura 1), da qual se originam diferentes estruturas resultantes das reações químicas como: hidrogenação, ciclização, oxidação, desidrogenação, migração de duplas ligações, rearranjos, isomerização, alongamento da cadeia etc. (Bruice, 2014; Uenojo *et al.*, 2007).

A cadeia carbônica pode possuir de 3 a 15 duplas ligações conjugadas e pode apresentar diferentes grupos terminais, o comprimento do cromóforo determina o espectro de absorção e a cor da molécula. Eles estão divididos em dois grupos, carotenos e xantofilas. Os carotenos, como o betacaroteno

Quadro 1: Principais compostos bioativos, benefícios e fontes. Fonte: Brasil, 2009

Substâncias Bioativas	Benefício	Fonte
Carotenoides	Reduzir níveis de colesterol e risco de certos tipos de câncer, protegem contra a degeneração muscular e podem agir como antioxidantes	Tomate, derivados de goiaba vermelha, pimentão vermelho, melancia, folhas verdes, milho, mamão
Flavonoides	Possuir atividade antioxidante, vasodilatadora e anti-inflamatória	Soja, frutas cítricas, tomate, pimentão, alcaçofra, cereja
Ácidos graxos ômega 3 e 6	Redução do LDL, anti-inflamatório, indispensável para desenvolvimento do cérebro e retina de recém-nascidos	Peixes como sardinha, salmão, atum, anchova. Azeites vegetais: azeite de oliva. Sementes de linhaça e nozes
Fibras	Reduzir risco de câncer de cólon, melhora a função intestinal	Cereais integrais: aveia, centeio, cevada, farelo de trigo. Leguminosas: soja, ervilha, feijão. Hortaliças: frutas com casca e talos
Probióticos (microrganismos)	Favorecer as funções gastrointestinais, reduzindo o risco de constipação e câncer de cólon	Leites fermentados, iogurtes e outros produtos lácteos

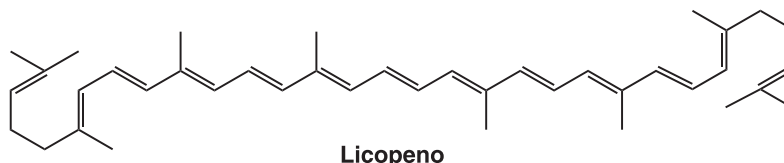


Figura 1: Licopeno, estrutura básica dos carotenoides. Fonte: Bruice, 2014.

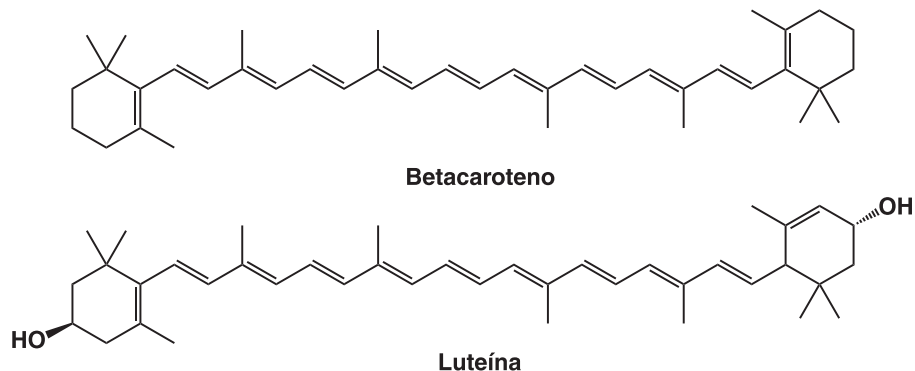


Figura 2: Estruturas do betacaroteno e luteína. Fonte: Bruice, 2014.

(Figura 2), são hidrocarbonetos insaturados e as xantofilas, como a luteína (Figura 2), são moléculas oxidadas derivadas dos carotenos e possuem grupos substituintes com oxigênio: hidroxila, epoxi ou ceto (Belitz *et al.*, 2009; Uenojo *et al.*, 2007). Alguns destes carotenoides são precursores da vitamina A, como o betacaroteno (Bruice, 2014; Costa e Rosa, 2016).

No Quadro 2, apresentamos os principais carotenoides e sua ocorrência nos alimentos.

Quadro 2: Principais carotenoides e suas fontes alimentares. Fonte: Belitz *et al.*, 2009

Carotenoide	Fonte Alimentar
Alfacaroteno	Cenoura
Betacaroteno	Cenoura, manga, abóbora
Luteína	Gema de ovos
Criptoxantina	Milho amarelo, páprica, mamão
Zeaxantina	Gemas de ovos, milho
Bixina e norbixina	Urucum
Licopeno	Tomate, melancia

Flavonoides

Existem mais de 6.000 tipos de flavonoides que foram identificados em plantas. Pertencem ao grande grupo dos compostos fenólicos e estão presentes principalmente nas

hortaliças, nas frutas e produtos derivados como: vinho, suco de uva e chás (Costa e Rosa, 2016). Sua estrutura química contém 15 átomos de carbono tendo como estrutura básica dois anéis aromáticos (anéis A e B) interligados a uma estrutura heterocíclica central chamada pirano (anel C), onde o primeiro anel benzênico é condensado com o sexto carbono do pirano, na posição 2 está ligado a um grupo fenil (anel B), conforme a Figura 3 (da Silva *et al.*, 2015).

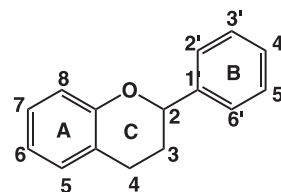


Figura 3: Estrutura básica dos flavonoides. Fonte: da Silva *et al.*, 2015.

De acordo com suas características químicas e biosintéticas, estes compostos são classificados como: antocianinas, flavanas, flavononas, flavonas, flavonóis e isoflavonoides. As antocianinas são as substâncias encarregadas de dar uma cor azul ou vermelha aos alimentos que são de origem vegetal. Estudos recentes descrevem a diminuição do risco de infarto e rigidez arterial em mulheres com uma ingestão baseada em alimentos ricos em antocianinas (Galloway *et al.*, 2015; Pimentel *et al.*, 2005). No Quadro 3 apresentamos os principais flavonoides e suas fontes.

Quadro 3: Principais flavonoides e suas fontes. Fonte: Pimentel *et al.*, 2005

Flavonoides	Nome	Fonte
Antocianinas	Cianidina, delphinidina	Frutas e flores, provenientes de pigmentos florais
Flavanas	Catequina, epicatequina, luteoforol, procianidina, theaflavina	Frutas e chás (verde ou preto), lúpulo, nozes, água de coco, vinho
Flavanonas	Hesperidina, narigenina	Exclusivamente em frutas cítricas
Flavonas	Apigenina, luteolina, diomestina, tangeretina, nobiletina, tricetina	Frutas cítricas, cereais, ervas e vegetais
Flavonóis	Quercetina, rutina, miricetina	Vegetais e frutas
Isoflavonóides	Daidzeína, genisteína	Legumes (soja)

Estes ácidos graxos apresentam uma cadeia carbônica que contém de 4 a 36 carbonos, um grupo carboxila e ligações duplas carbono-carbono em sua estrutura química, razão pela qual são chamados de insaturados. Quando possuem mais de uma dupla ligação são chamados, poli-insaturados. As diferenças no tamanho da cadeia, grau e posição da insaturação lhes confere propriedades físicas, químicas e nutricionais diferentes. Suas duplas ligações têm a configuração *cis*, e são separadas por um grupo $-CH_2$. Esta configuração produz uma dobra nas moléculas, impedindo seu empacotamento. Dessa forma, existem menos interações intermoleculares, como resultado apresentam um ponto de fusão baixo. O ponto de fusão diminui com o aumento do número de duplas ligações presentes na estrutura.

O termo ômega é usado para indicar a posição da ligação dupla mais distante do grupo carboxílico. Entretanto, na nomenclatura sistemática, a numeração começa no carbono da carboxila. O ácido linolênico, (9Z,12Z,15Z)-ácido octadecatrienoico, tem sua dupla ligação mais afastada do grupo carboxílico entre o C-15 e C-16 (ω 3). O ácido linoleico, (9Z,12Z)-ácido octadecadienoico, tem sua primeira ligação dupla mais afastada entre o C-12 e C-13 (ω 6). Assim, para usar a terminologia ômega, se considera o C-1, iniciando a numeração a partir do carbono terminal do ácido carboxílico, conforme a Figura 4 (Bruice, 2014).

Estes ácidos são considerados essenciais, uma vez que são indispensáveis para a manutenção de várias funções biológicas como: constituição de membranas, impulsos sinápticos, controle do sistema imunológico e de coagulação sanguínea, entre outras funções vitais (Costa e Rosa, 2016).

Podem ser encontrados em fontes de origem animal, por exemplo, em peixes de água fria, como o salmão, atum, sardinha ou bacalhau. São menos abundantes em organismos terrestres, mas podemos encontrá-los em óleos vegetais, como o azeite de oliva, sementes de linhaça, nozes e outros vegetais (Blatchly *et al.*, 2014; Moraes e Colla, 2006).

Palermo (2008) define a fibra alimentar como polissacarídeos e lignina não digeríveis pelas secreções humanas, chegando até o cólon sem sofrer modificações estruturais, onde são fermentados pela microbiota intestinal, produzindo ácidos graxos, gás e energia. As fibras alimentares são polissacarídeos formados por moléculas que contêm de 10 a milhares de unidades de monossacarídeos unidas por ligações glicosídicas. Os mais comuns são o amido e a celulose. O amido é formado por uma mistura de dois polissacarídeos, a amilose (não ramificada) e amilopectina (ramificada), estas por sua vez estão formadas por cadeias de unidades de D-glicose, unidas por meio de uma ligação α -1,4'-glicosídica, na amilose e uma ligação α -1,6'-glicosídica, na amilopectina. A celulose é formada por cadeias não ramificadas de D-glicose, de forma similar a amilose, mas as unidades de glicose estão ligadas por meio de uma ligação β -1,4'-glicosídicas (Bruice, 2014).

Os diferentes tipos de ligações químicas conferem diferentes propriedades físicas a estes compostos. No amido, as ligações α fazem com que a amilose forme uma hélice que forma ligação hidrogênio entre seus grupos OH com as moléculas de água, sendo solúvel em água. Na celulose, as ligações β formam ligações hidrogênio intramoleculares, elas se alinham de forma linear, mantendo-se unidas por ligações hidrogênio entre cadeias adjacentes, sendo assim, insolúvel em água (Bruice, 2014). A estrutura química das fibras pode ser diferenciada de acordo com a solubilidade em água, a sua viscosidade, geleificação e a capacidade de incorporar substâncias moleculares ou minerais, portanto as fibras podem ser classificadas em solúveis e insolúveis (Coppini, 2001).

Na aveia, considerada como um alimento funcional encontra-se a betaglucana sendo formada por unidades de glicose unidas por meio de uma ligação β -1,4'-glicosídica. Na Figura 5 podemos observar a ligação entre duas moléculas de glicose na betaglucana.

As fibras podem ser encontradas em grãos (arroz, soja, trigo, aveia, feijão, ervilha), verduras (alface, brócolis, couve, couve-flor, repolho), em raízes (cenoura, rabanete) e outras hortaliças (chuchu, vagem, pepino) (Moraes e Colla, 2006).

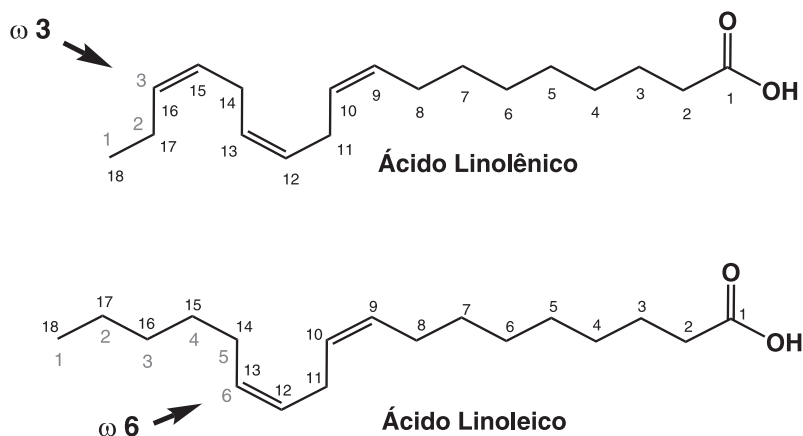


Figura 4: Estrutura química dos ácidos linoleico e linolênico. Fonte: Bruice, 2014.

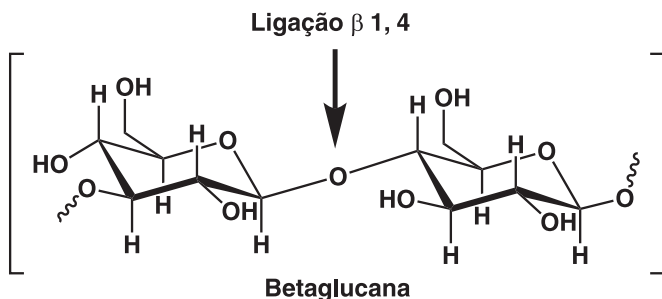


Figura 5: Estrutura química da betaglucana. Fonte: autores.

Costa e Rosa (2016) destacam os principais benefícios que as fibras alimentares podem oferecer, tais como: ajudam no melhoramento do trânsito intestinal, evitando a constipação; controle do índice glicêmico, pois diminuem a velocidade de digestão dos carboidratos, beneficiando pessoas com problemas de diabetes, aumentam a plenitude e saciedade, contribuindo na dieta para perda de peso.

Os Alimentos Funcionais e o Ensino de Química

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) (Brasil, 2006) ressaltam a importância de trabalhar os conteúdos curriculares de forma interdisciplinar e contextualizada, relacionados com o contexto social dos educandos.

Uma das metodologias mais comumente utilizadas para estabelecer estas relações é a utilização de temáticas no processo de ensino e aprendizagem (Braibante e Pazinato, 2014). A contextualização por meio de temáticas contribui efetivamente para gerar um conhecimento químico. Além disso, facilita a compreensão e a relação do conteúdo específico de química e o contexto social dos educandos (Braibante e Braibante, 2019).

Neste contexto, a química dos alimentos é muito rica, os alimentos contêm substâncias formadas a partir de moléculas complexas, sendo estas constituídas por grupos funcionais que lhes dão características químicas e físicas específicas. A temática “alimentos”, por ser muito ampla, pode ser tratada de várias formas. Encontram-se descritas na literatura muitas maneiras de abordagem dessa temática no ensino de forma contextualizada, relacionando os conteúdos científicos com os conteúdos de química. Por exemplo, Silva e Furtado (2005) fazem uma diferença entre os conceitos de alimentos *diet* e *light* junto com os conteúdos de bioquímica. Neves (2009) interpreta os rótulos nos alimentos contextualizando com as funções orgânicas presentes. Albuquerque *et al.* (2012) abordam a educação alimentar por meio da redução do consumo de “aditivos alimentares”, relacionando com funções orgânicas e isomeria. Fonseca e Loguerio (2013), por meio da teoria das representações sociais utilizando a temática nutrição, investigaram um grupo de estudantes buscando verificar como o meio social poderia influenciar no consumo de alimentos. Pazinato e Braibante (2014) utilizam a energia e a composição básica dos alimentos para contextualizar os conteúdos de química orgânica. Estes trabalhos utilizam em geral a composição básica dos alimentos atrelados aos conteúdos de química no Ensino Médio. No presente trabalho, a ênfase dada é nos alimentos

funcionais, os quais ainda não são abordados comumente no Ensino Médio. A química desse tipo de alimento apresenta compostos estruturalmente mais complexos, mas com possibilidade de ser inserido na Educação Básica pela importância que vem adquirindo no contexto social.

Dessa forma, acreditamos que seja possível estimular a curiosidade dos estudantes para relacionar os conceitos da temática com sua vida cotidiana contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem, pois a temática aqui tratada contempla conteúdos de química, aspectos nutricionais, além de conteúdos relacionados à bioquímica e biologia que podem ser trabalhados interdisciplinarmente.

No Quadro 4 elencamos alguns tópicos que podem ser abordados por meio da temática proposta por este trabalho.

Quadro 4: Conteúdos de química relacionados com a temática “Alimentos Funcionais”. Fonte: autores

Tópicos	Conteúdos de Química
Carotenoides	Hidrocarbonetos Funções orgânicas Isomeria Reações orgânicas Estequiometria Luz e cor
Flavonoides	Funções orgânicas oxigenadas Isomeria Reações orgânicas Estequiometria Solubilidade Nutrição e bioquímica
Ácidos graxos insaturados: ômega 3 e 6	Funções orgânicas: oxigenadas e nitrogenadas Isomeria Reações orgânicas Lipídeos Solubilidade Nutrição e bioquímica
Fibras alimentares	Funções orgânicas: oxigenadas e nitrogenadas Isomeria Reações orgânicas Carboidratos Nutrição e bioquímica Solubilidade

Portanto, esta temática pode propiciar a abordagem de vários conteúdos de química orgânica e inorgânica.

Utilizando os alimentos funcionais e seus componentes bioativos podemos desenvolver junto aos estudantes atividades investigativas como: procurar os alimentos típicos da região como fonte de compostos bioativos para ser abordado em sala de aula, procurando estudar sua química e seus benefícios para a saúde; realizar uma diferenciação dos alimentos funcionais processados dos alimentos *light* e *diet* com base em sua embalagem e rótulos; realizar lanches coletivos fomentando o consumo de alimentos funcionais naturais, a fim de demonstrar as características organolépticas dos alimentos

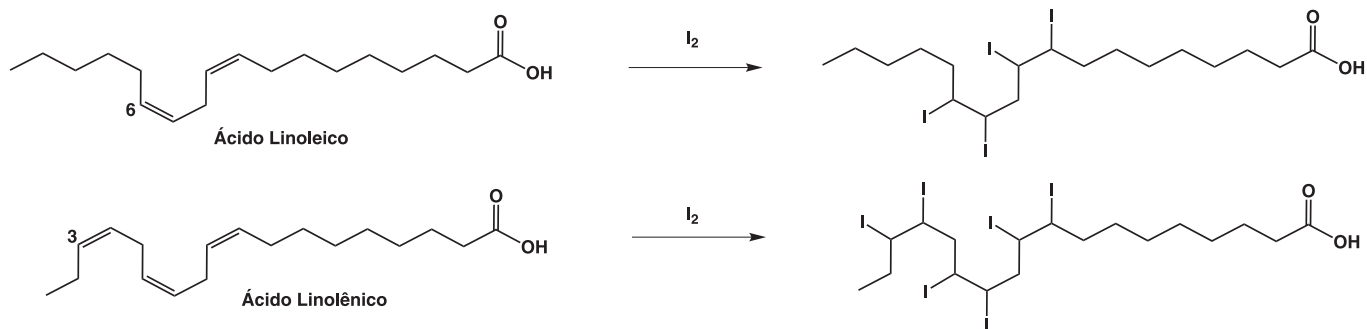


Figura 6: Reação de adição de iodo nas duplas ligações dos ácidos graxos. Fonte: autores.

naturais baseados em seus compostos bioativos. Outras atividades podem ser desenvolvidas tais como: identificação dos compostos bioativos em alimentos funcionais, por meio de reações qualitativas, identificando as funções orgânicas ou grupos funcionais presentes nas estruturas químicas desses compostos. A seguir, apresentamos uma atividade experimental proposta para ser desenvolvida com a temática utilizada.

Identificando Duplas Ligações nos Ácidos Graxos Ômega 3 e 6 do Azeite de Oliva

Para demonstrar a presença de insaturação em ácidos graxos, podemos usar amostras de: óleo mineral, azeite de oliva e óleo de canola com uma solução de iodo ou tintura de iodo. Ao adicionar duas gotas da solução de iodo em uma amostra que contém insaturação, observa-se um desaparecimento gradual da cor do iodo, pela presença de ligações duplas. Neste experimento, a adição da solução de iodo no óleo mineral (não apresenta ligações duplas) não promove nenhuma alteração, ou seja, a cor do iodo não desaparece, enquanto que com o azeite de oliva acontece um descoloramento gradual e no óleo de canola (com mais ligações duplas do que o azeite de oliva) o desaparecimento da cor é mais rápido. A reação com iodo não é instantânea, o descoloramento ocorre após alguns minutos, o resultado final é uma solução descolorida, sendo esta a confirmação da presença de duplas ligações na amostra (Blatchly *et al.*, 2014).

Na Figura 6 apresentamos a reação de adição de iodo que ocorre na presença de duplas ligações dos ácidos graxos insaturados.

Estas atividades podem ser desenvolvidas pelos estudantes assim como de forma demonstrativa pelo professor. Isto dependerá do número de estudantes e dos reagentes disponíveis para realização dos testes. Dessa forma, os

estudantes podem observar em uma escala macroscópica a presença de insaturações em óleos e azeites disponíveis em lojas e supermercados, produtos consumidos pela população.

Considerações Finais

A temática “alimentos funcionais”, pode ser usada não somente para relacionar os conteúdos de química, como também conteúdos de bioquímica e biologia, bem como estudar as propriedades antioxidantes desses compostos, como os carotenoides e flavonoides, que reagem com os radicais livres formados na respiração celular.

Atualmente a busca pela manutenção da saúde, do bem-estar e a estética, faz com que a população procure novos produtos alimentícios para atingir estas novas expectativas dos consumidores, surgindo os alimentos funcionais como alternativa no cuidado da saúde.

Portanto, com este trabalho pretendemos abordar os benefícios que os alimentos funcionais proporcionam para a saúde, mostrando a química presente nos compostos bioativos destes alimentos e a possibilidade de sua aplicação no ensino de química. Acreditamos que esta é uma excelente estratégia para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de química na escola, envolvendo aspectos sociais como uma alimentação saudável e bons hábitos alimentares.

Gustavo José Sandoval Cañas (tavitosc@gmail.com), formado em Química dos Alimentos pela Universidad Central del Ecuador (UCE), é mestrando em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria, RS – BR. **Mara Elisa Fortes Braibante** (maraefb@gmail.com), formada em Química Licenciatura pela UFSM, doutora em Ciências (Química Orgânica) pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), é professora titular do Departamento de Química da UFSM e coordenadora do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) subprojeto Química – UFSM. Santa Maria, RS – BR.

Referências

- ANVISA. *Resoluções nº 18 e 19, de 30 de abril de 1999*. Disponíveis em <https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrArquivo.php?C=MjI0OQ%2C%2C> e <https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrArquivo.php?C=MjI1MQ%2C%2C>, acessadas em Julho 2019.
- ALBUQUERQUE, M. V.; SANTOS, S. A.; CERQUEIRA, N. T. V. e SILVA, J. A. Educação alimentar: uma proposta de redução

do consumo de aditivos alimentares. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 2, p. 51-57, 2012.

BAPTISTA, I. C.; GENTA, T. M. S.; CALDERELLI, V. A. S.; MAURÍCIO, A. A.; PORTILHO, M. e MATIOLI, G. Conhecimento da comunidade universitária em relação aos alimentos funcionais. *Acta Scientiarum – Health Sciences*, v. 35, n. 1, p. 15-21, 2013.

BELITZ, H.-D.; GROSCH, W. e SCHIEBERLE, P. *Food chemistry*. 4^a ed. Berlin: Springer, 2009.

BLAND, J. S. The natural roots of functional medicine. *Integrative Medicine: A Clinician's Journal*, v. 17, n. 1, p. 12-17, 2018.

BLATCHLY, R. A.; DELEN, Z. e O' HARA, P. Making sense of olive oil: simple experiments to connect sensory observations with the underlying chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 91, n. 10, p. 1623-1630, 2014.

BRAIBANTE, M. E. F. e BRAIBANTE, H. T. S. *Temáticas para o ensino de química: contribuições com atividades experimentais*. Curitiba: CRV, 2019.

_____. e PAZINATO, M. S. O ensino de química através de temáticas: contribuições do LAEQUI para a área. *Ciência e Natura*, v. 36, edição especial II, p. 819-826, 2014.

BRASIL. Biblioteca Virtual em Saúde. *Alimentos funcionais*. 2009. Disponível em <https://bit.ly/1e3mjQ6>, acessada em Julho 2019.

_____. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. *Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Orientações curriculares para o ensino médio*, vol. 2. Brasília: MEC/SEB, 2006.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. *Vigitel Brasil 2016: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.

_____. *Guia alimentar para a população brasileira*, 2ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. Disponível em <https://bit.ly/1EivId0>, acessada em Julho 2019.

BRUICE, P. Y. *Fundamentos de química orgânica*. Trad. A. J. P. Garcia. 2ª ed. São Paulo: Pearson, 2014.

CANDIDO, L. M. B. e CAMPOS, A. M. Alimentos funcionais. Uma revisão. *Boletim da SBCTA*, v. 29, n. 2, p. 193-203, 2005.

COSTA, N. M. B. e ROSA, C. D. O. B. *Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2016.

COPPINI, L. Fibras alimentares e ácidos graxos de cadeia curta. In: WAITZBERG, D. L. (Ed.). *Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica*. 3ª ed. São Paulo: Atheneu, 2001, p. 3113.

DA SILVA, R. L.; DO VALE, L.; CALOU, F. B.; MEIRELES DE DEUS, M. D. S.; FERREIRA, P. M. P. e PERON, A. P. Flavonóides: constituição química, ações medicinais e potencial tóxico. *Acta Toxicológica Argentina*, v. 23, n. 1, p. 36-43, 2015.

FELIPE, L. O. e BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 2, p. 120-130, 2017.

FONSECA, C. V. e LOGUERCIO, R. Q. Conexões entre química e nutrição no ensino médio: reflexões pelo enfoque das representações sociais dos estudantes. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 132-140, 2013.

FONSECA, F. A. H. Terapia clínica da aterosclerose: uma reflexão sobre os recentes estudos. *Revista Brasileira de Medicina*, p. 461-464, 2007.

GALLOWAY, K. R.; BRETZ, S. L. e NOVAK, M. Paper

chromatography and UV-Vis spectroscopy to characterize anthocyanins and investigate antioxidant properties in the organic teaching laboratory. *Journal of Chemical Education*, v. 92, n. 1, p. 183-188, 2015.

GIBSON, G. e WILLIAMS, C. L. *Functional food*. Boca Raton: Woodehead Publishing Limited, 2001.

MORAES, F. P. e COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. *Revista Eletrônica de Farmácia*, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.

NEVES, A. P. Interpretação de rótulos de alimentos no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 1, p. 34-39, 2009.

NITZKE, J. A. Alimentos funcionais: uma análise histórica e conceitual. In: DÖRR, A. C.; ROSSATO, M. V. e ZULIAN, A. (Orgs.). *Agronegócio: panorama, perspectivas e influência do mercado de alimentos certificados*, 1ª ed. Curitiba: Appris, 2012, p. 11-23.

OCTAVIANO, C. Muito além da tecnologia: os impactos da revolução verde. *Revista Eletrônica Consciência*. Reportagem. 2018. Disponível em http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542010000600006&lng=pt&nrm=is&tng=pt, acessada em Julho 2019.

PALERMO, J. R. *Bioquímica da nutrição*. 1ª ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

PAZINATO, M. S. e BRAIBANTE, M. E. F. Oficina temática composição química dos alimentos: uma possibilidade para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 4, p. 289-296, 2014.

PIMENTEL, C. D. M. B.; FRANCKI, V. M. e GOLLUCKE, A. P. B. *Alimentos funcionais*. São Paulo: Livraria Varela, 2005.

SALLES, L. G. *Os alimentos funcionais no Brasil: uma análise dos produtos registrados com alegações de propriedade funcional e/ou de saúde entre 1999 e 2013*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Sociais). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SILVA, R. M. G. e FURTADO, S. T. F. Diet ou light: qual a diferença? *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 14-16, 2005.

SIMPOULOS, A. P. The Mediterranean diets: what is so special about the diet of Greece? The Scientific Evidence. *The Journal of Nutrition*, v. 131, n. 11, p. 3065S-3073S, 2001.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H. e MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. *Boletim da SBCTA*, v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.

UENOJO, M.; MARÓSTICA, M. R. e PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. *Química Nova*, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

Para Saber Mais

http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-atualiza-lista-de-alegacoes-de-propriedades-funcionais-e-de-saude/219201?inheritRedirect=false, acessada em Julho 2019.

<https://bit.ly/2S8Uk6l>, acessada em Julho 2019.

Abstract: *The Chemistry of Functional Food.* People's eating habits have changed over time, always seeking to maintain healthy eating. Currently, consumer expectations demand the search for new food products that provide, in addition to basic nutrition, the acquisition of other components that work as a physiological potential, allowing improvement in the physical and mental state of people's health. In this context, there are so-called "Functional Foods" that provide additional benefits such as risk prevention of certain diseases. Thus, the present work presents a brief review of functional foods, its main bioactive compounds, the history of its emergence, its chemistry and the potential of its benefits. We also present in this work a proposal of how to approach, through some activities, this theme to assist the teaching-learning process of Chemistry in the school.

Keywords: functional food, health and nutrition, chemistry teaching