

Confirmando a Esterificação de Fischer por Meio dos Aromas



Thiago Santangelo Costa, Danielle Lanchares Ornelas, Pedro Ivo Canesso Guimarães e Fábio Merçon

Industrialmente, a reação de esterificação de Fischer é um dos principais métodos para a síntese dos ésteres. Por estarem presentes na composição dos flavorizantes, os ésteres são compostos de destaque na indústria alimentícia. No presente trabalho, buscou-se o desenvolvimento de um experimento simples para a obtenção de ésteres de baixa massa molar, os quais podem ser facilmente caracterizados por possuírem aromas de frutas. Esta atividade possibilita a correlação entre os conteúdos programáticos da Química no Ensino Médio e o cotidiano dos alunos.

▶ esterificação, aromas, cotidiano ◀

Recebido em 14/5/03, aceito em 19/2/04

36

Em 1895, Fischer e Speier constataram que era possível a obtenção de ésteres através do aquecimento de um ácido carboxílico e um álcool na presença de catalisador ácido (McMurry, 1997). Esta reação ficou conhecida como esterificação de Fischer (Figura 1), sendo um dos principais métodos utilizados na produção de ésteres.

Em geral, os ésteres, principalmente os de baixa massa molar, apresentam aromas agradáveis, estando presentes em frutas e flores (McMurry, 1997). A Tabela 1 apresenta alguns exemplos de ésteres e seus respectivos aromas. Esses compostos possuem uma importante aplicação na

indústria como flavorizantes, ou seja, substâncias que, quando adicionadas em pequena quantidade aos alimentos, conferem-lhes características degustativas e olfativas (Solomons, 1983).

O emprego de experimentos de Química Orgânica no Ensino Médio não costuma ser uma tarefa simples, pois as reações orgânicas geralmente caracterizam-se por apresentarem longa duração, cuidados na manipulação dos reagentes, necessidade de vidraria específica e dificuldade na comprovação imediata dos produtos.

Segundo Cardoso e Colinvaux

(2000), o entendimento das razões e objetivos que justificam e motivam o ensino de Química poderá ser atingido extinguindo-se as aulas baseadas em memorização de fórmulas e nomes, tornando-as vinculadas aos conhecimentos do cotidia-

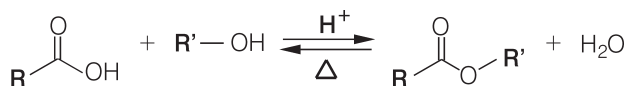


Figura 1: Reação conhecida como esterificação de Fischer.

no dos alunos. Sendo assim, buscou-se a realização de um experimento facilmente executável e que contextualizasse a esterificação de Fischer, utilizando o aroma como tema gerador. Foram propostas as sínteses do butanoato de etila e do etanoato de 3-metil-butila, visto que esses ésteres apresentam aromas conhecidos de abacaxi e banana, respectivamente.

Material

- Manta de aquecimento
- Balão de fundo redondo (50 mL)
- Condensador de refluxo
- Pérolas de vidro
- Funil de separação (250 mL)
- Argola
- Béquer (100 mL)
- Suporte universal
- Garras
- Mufas
- Provetas (10 mL)
- Pipetas (10 mL)
- Frasco de Erlenmeyer (50 mL)
- Ácido butanóico
- Ácido etanóico

Tabela 1: Exemplos de ésteres com aromas de frutas.

Nome	Fórmula estrutural	Aroma
Etanoato de etila		Maçã
Etanoato de octila		Laranja
Butanoato de etila		Abacaxi
Etanoato de 3-metil-butila		Banana

- 3-metil-butanol
- Etanol
- Ácido sulfúrico concentrado
- Solução aquosa de NaCl 50% (m/m)

Na Tabela 2 são relacionadas as quantidades de reagentes e catalisador empregadas nas sínteses dos ésteres em questão.

Diante do fato de que a grande maioria das escolas brasileiras não possuem laboratório de química, quando possível, as vidrarias e equipamentos específicos podem ser substituídos por materiais domésticos ou alternativos, conforme demonstrado em um trabalho anterior, sobre a extração de óleos essenciais de plantas (Guimarães *et al.*, 2000). Este procedimento também pode ser estendido ao ácido sulfúrico, ao etanol e ao cloreto de sódio, que podem ser substituídos pelo ácido muriático, álcool comercial e sal de cozinha, respectivamente. O ácido etanóico pode ser substituído por sua apresentação comercial, o ácido acético glacial, encontrado em lojas de material fotográfico e em supermercados, na seção de produtos da culinária japonesa.

Por sua vez, tanto o ácido butanóico quanto o 3-metil-butanol não são encontrados em materiais caseiros e são artigos específicos de empresas que comercializam produtos químicos.

Procedimento experimental

Para cada éster a ser sintetizado, adicionou-se ao balão de fundo redondo as pérolas de vidro e as respectivas quantidades de cada um

dos componentes: ácido carboxílico, álcool e ácido sulfúrico concentrado, conforme apresentado na Tabela 2. Refluxou-se o sistema por 40 min e, após esse tempo, foi realizado resfriamento por 10 min. Transferiu-se o conteúdo do balão para o funil de separação e a este adicionou-se a solução supersaturada de NaCl (60 mL). Agitou-se o sistema e aguardou-se o aparecimento de duas fases. Separou-se a camada orgânica (éster) da aquosa, sendo a primeira recolhida em um erlenmeyer.

Medidas básicas de segurança

Os reagentes devem ser cuidadosamente manipulados (preferencialmente pelo professor) na capela e com auxílio de luva. Devido à sua toxicidade, deve-se evitar a inalação dos componentes químicos envolvidos neste experimento. Os alunos devem estar obrigatoriamente utilizando

guarda-pó, calça comprida, óculos de segurança e sapato fechado.

Resultados e discussão

O experimento proposto foi realizado partindo-se do excesso de um dos reagentes, a fim de deslocar o equilíbrio da reação no sentido de formação do éster.

O tempo de reação demonstrou-se apropriado para que sejam verificados, após a separação das fases, os aromas dos ésteres etanoato de 3-metil-butila e butanoato de etila. Com o intuito de que o experimento possa ser empregado no Ensino Médio, não se fez necessário estender o tempo reacional, já que o objetivo

principal é a análise qualitativa da reação, e não o seu rendimento.

Deve-se ressaltar que, em uma etapa inicial, foram pesquisados outros ésteres de aromas característicos, tais como o metanoato de etila e o etanoato de octila, que possuem aromas de framboesa e laranja, respectivamente. Entretanto, os experimentos realizados não apresentaram resultados satisfatórios, visto que o tempo de reação foi insuficiente para a obtenção dos produtos na concentração mínima desejada para comprovação dos aromas.

Na etapa de separação dos produtos, o emprego da solução salina provocou o aumento da força iônica do meio, ocasionando a formação de interações intermoleculares entre o sal, os reagentes em excesso, o catalisador e a água formada na reação, uma vez que se tratam de substâncias polares. Como os ésteres são compostos de baixa polaridade, eles apresentaram uma menor solubilidade no meio, facilitando sua separação.

A ocorrência das reações foi facilmente comprovada através da distinção entre os aromas dos reagentes e produtos. Ao utilizar reagentes de odor forte e desagradável, pretende-se alcançar um maior interesse e questionamento por parte dos alunos, já que o éster possui aroma agradável e conhecido. A identificação sensorial dos componentes demonstrou ser um instrumento valioso, pois permite a discussão da identificação de um fenômeno químico através do olfato, mesmo sem alterações visuais na mistura.

A atividade desenvolvida possibilita a abordagem de conteúdos programáticos de Química Geral (solubilidade e polaridade de ligação), Química Orgânica (estudo de funções e reações orgânicas) e Físico-Química (soluções, cinética química, termoquímica e equilíbrio químico), bem como aspectos relativos aos procedimentos experimentais e normas de segurança em laboratório. O experimento também permite a contextualização da Química na abordagem de questões como aromas, aditivos alimentares e produtos naturais e artificiais.

A identificação sensorial dos componentes demonstrou ser um instrumento valioso, pois permite a discussão da identificação de um fenômeno químico através do olfato, mesmo sem alterações visuais na mistura

Tabela 2: Quantidades de reagentes e catalisador utilizadas.

Éster	Quantidades de reagentes e catalisador
Butanoato de etila	15 mL de ácido butanóico (0,16 mol)
	15 mL de etanol (0,26 mol)
	3 mL de ácido sulfúrico (0,06 mol)
Etanoato de 3-metil-butila	14 mL de ácido etanóico (0,24 mol)
	11 mL de 3-metil-butanol (0,10 mol)
	4 mL de ácido sulfúrico (0,08 mol)

Conclusões

O estudo da esterificação de Fischer possibilitou o desenvolvimento de uma aula experimental para a síntese dos ésteres butanoato de etila e etanoato de 3-metil-butila. Esta atividade proporcionou a associação de diversos conteúdos programáticos do Ensino Médio com o cotidiano do aluno (aroma das substâncias), buscando, desta forma, um ensino mais crítico e participativo.

Questões propostas

1. Por ser um processo reversível, as condições em que a reação de esterificação é realizada são fundamentais para a maximização do rendimento desta reação. Discuta os fatores que podem ser alterados em um processo industrial visando o aumento da produção do éster.

2. Associe os conceitos de solubilidade com o uso da solução saturada de NaCl para a separação dos pro-

duto formados.

3. Discuta possíveis diferenças quando se compara o mesmo composto químico obtido por duas vias diferentes: natural (extração) e artificial (reação química).

4. Por que o aroma não é uma propriedade presente em todas as substâncias?

Thiago Santangelo Costa (thiagosantangelo@hotmail.com), aluno de graduação do curso de licenciatura em Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), é bolsista do programa de iniciação científica (SR-2/PIBIC-UERJ). **Danielle Lanchares Ornelas** (daniornelas@hotmail.com), aluna de graduação do curso de Engenharia Química da UERJ, é bolsista do programa de iniciação científica (SR-2/PIBIC-CNPq). **Pedro Ivo Canesso Guimarães** (canesso@uerj.br), formado em Química Industrial pela Universidade Federal Fluminense, licenciado em Química pela UERJ e doutor em Ciência e Tecnologia de Polímeros pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), é docente do Instituto de Química da UERJ (IQ-UERJ). **Fábio Merçon** (mercon@uerj.br), licenciado em Química e engenheiro químico pela UERJ, doutor em Ciências (Engenharia Química) pela UFRJ, é docente do Departamento de Ciências da Natureza

do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira da UERJ e do Departamento de Tecnologia dos Processos Bioquímicos do IQ-UERJ.

Referências bibliográficas

CARDOSO, S.P. e COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. *Química Nova*, v. 23, p. 401-404, 2000.

GUIMARÃES, P.I. C.; ABREU, R.G. e OLIVEIRA, R. E. C. Extrairdo óleos essenciais de plantas. *Química Nova na Escola*, n. 11, p. 45-46, 2000.

McMURRY, J. *Química Orgânica*. Trad. J.A. e Souza. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1997. v. 2.

SOLOMONS, T.W.G. *Química Orgânica*. Trad. H. Macedo. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1983. v. 2.

Para saber mais

DIAS, S. M. e SILVA, R. R. da. Perfumes: uma química inesquecível. *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 3-6, 1996.

QUADROS A.L. Os feromônios e o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, n. 7, p. 7-10, 1998.

Abstract: Confirming the Fischer Esterification through the Aromas – Industrially, the Fischer esterification reaction is one of the main methods for the synthesis of esters. Due to their presence in the composition of flavorings, esters are important compounds in the food industry. In this work, the development of a simple experiment was carried out to obtain low molar mass esters, which can be easily characterized because of their fruit aroma. This activity allows the correlation between the programmatic content of high-school chemistry and the students' everyday life.

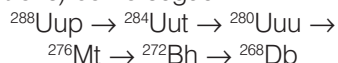
Keywords: esterification, aromas, quotidian

Descobertos novos elementos super-pesados: 113 e 115

No início de fevereiro de 2004, uma equipe científica internacional baseada em Dubna, na Rússia, anunciou a síntese dos elementos 113 e 115. Por meio de experimentos de alta energia, foram produzidos 4 átomos desses elementos. Os resultados foram publicados *on-line* pela revista *Physical Review C*, em 2 de fevereiro deste ano (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevC.69.021601>), aumentando a tabela periódica para 115 elementos. De acordo com a nomenclatura sistemática recomendada pela IUPAC, o elemento 113 é denominado de unúntrio (Uut) e o 115 de ununpêntio (Uup).

A descoberta resultou de uma série de experimentos feitos em julho/agosto de 2003 por cientistas do Instituto Conjunto para Pesquisa Nuclear de Dubna e do Laboratório Nacional Lawrence Livermore (Califórnia, EUA).

Eles bombardearam um alvo enriquecido em amerício ($Z = 95$) com um feixe altamente energético de íons cálcio ($Z = 20$) e registraram os diferentes processos de partículas que resultaram das colisões. Analisando esses dados, concluíram que quatro seqüências de eventos correlatos assinalavam a criação e subsequente desintegração de quatro átomos do elemento 115, com emissão de partículas alfa (núcleos de hélio com 2 prótons e dois nêutrons) como segue:



Tempos de vida entre 18,6 e 280 ms foram registrados para os átomos de ununpêntio sintetizados, sendo que os átomos de unúntrio apresentaram tempos de vida maiores ainda, de até quase 1,2 s. Para um elemento super-pesado, esses são tempos de vida bastante longos, o que confirma a previsão da teoria sobre estrutura nuclear de que núcleos contendo cerca de 184

nêutrons e 114 prótons teriam vidas longas, levando ao que se denomina "ilha de estabilidade" na tabela de nuclídeos. A obtenção desses nuclídeos somente tem sido conseguida nos últimos anos, sendo que os experimentos em Dubna sobre o ununpêntio são o mais recente exemplo. De acordo com o pesquisador Yu.Ts. Oganessian, líder do grupo de Dubna, "a longa cadeia de decaimento para o elemento 115 é uma consequência direta da existência da ilha de estabilidade".

Cabe ainda destacar os inéditos longos tempos de vida dos átomos de dúbnio (elemento 105) obtidos nesses experimentos, superiores a 16 horas, os quais abrem a possibilidade de se estudar com mais detalhes as propriedades químicas deste elemento.

Mais informações: <http://www.lnl.gov.br/lnl/06news/NewsReleases/2004/NR-04-02-01.html>

(RCRF)