

# Etileno versus Acetileno no processo de amadurecimento de frutas: Introduzindo a investigação científica no ensino médio

Carla Cristina Da Silva (PG)<sup>1</sup>, Aparecida Cayoco I. Ponzoni (PQ)<sup>1</sup>, Danilo Sousa-Pereira (FM)<sup>1</sup>. [carla.ufruralrj@gmail.com](mailto:carla.ufruralrj@gmail.com)

<sup>1</sup>Departamento de Química – ICE, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ.

*Palavras-Chave:* etileno, acetileno, investigação científica.

**RESUMO:** O ensino na maioria das escolas brasileiras tem se baseado em técnicas de memorização que não possibilitam correlacionar os conteúdos apresentados com os eventos vivenciados pelos alunos. Diversos estudiosos da educação buscam novas metodologias na tentativa de melhorar os índices de aproveitamento escolar e a qualidade da educação pública brasileira. Este trabalho relata um exemplo prático de introdução da investigação científica no ensino médio, resgatando saberes que fazem parte do cotidiano dos alunos, como uma tentativa de colaborar para a mudança do quadro atual do ensino. Foi elaborada uma atividade com a efetiva participação dos alunos do Colégio Técnico da UFRRJ, como um ensaio para introdução da investigação científica no ensino médio. Trata-se de uma pesquisa na área de fisiologia vegetal, especificamente sobre o amadurecimento de frutas na ausência ou na presença de etileno ou acetileno.

## INTRODUÇÃO

A banana é uma fruta de grande consumo e produtividade mundial. É a principal fruta no comércio internacional e a mais popular do mundo (NAPOLEÃO, 2008). A produtividade mundial desta fruta pode chegar a 71 milhões de toneladas por ano. As bananas “Nanica” e “Pacovan” são consumidas amplamente, principalmente a “Nanica”, sendo a segunda fruta mais consumida in natura mundialmente (NOGUEIRA, 2007) (figura 1).



Figura 1: Bananas “Nanica”

Para a obtenção da máxima vida útil do fruto, este deve ser colhido a partir da sua maturidade fisiológica, pois a partir deste ponto o amadurecimento pode ser feito naturalmente ou por climatização. Dessa forma seu amadurecimento pode ser controlado e sua comercialização adequadamente programada (CHITARRA, 2005).

A climatização é feita alocando os frutos ainda não maduros em câmaras contendo condições controladas (temperatura, umidade, concentração de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, entre outras). Atualmente, os pequenos produtores já estão adaptando câmaras de climatização às suas produções, na tentativa de controlar o amadurecimento dos frutos e adequá-los à comercialização.

Em 2007, Nogueira e colaboradores submetem bananas do gênero “Nanica” e “Pacovan” a diferentes concentrações de etileno e acetileno na tentativa de correlacionar o tempo de amadurecimento destes frutos com a concentração destas substâncias gasosas no sistema estabelecido. Os pesquisadores verificaram que a atividade respiratória da banana depende da concentração do carbeto de cálcio usado nos experimentos. Com o aumento da concentração de acetileno ou etileno no sistema experimental, atingia-se o pico respiratório mais rapidamente. Assim a atividade da enzima fosfofrutoquinase era intensificada, diminuindo a concentração de amido e carboidratos complexos, aumentando as taxas de açúcares redutores e proporcionando a máxima liberação de CO<sub>2</sub>, ou seja, possibilitando a aceleração do processo de amadurecimento da fruta em questão.

A Química, de acordo com Mortimer e Machado (2013) apud Ponzoni (2015) baseia-se em três parâmetros: os fenômenos, as teorias e modelos e a linguagem.

O fenômeno químico se constitui de uma modificação macroscópica de propriedades de um sistema material, que pode ser percebida por observação direta ou através de instrumentos quando fora do alcance do espectro de percepção dos sentidos humanos. Esses fenômenos tanto podem ocorrer na natureza como serem produzidos em uma situação artificial de laboratório.

A partir dos fenômenos observados, teorias e modelos são propostos de modo a possibilitar uma compreensão dos mesmos à luz do conhecimento científico, de modo que, naquele momento, essa compreensão explica o respectivo fato, ou seja, os modelos são propostos para explicar determinado fenômeno, não sendo necessariamente uma representação da realidade (CHASSOT, 1993 apud PONZONI, 2015).

A linguagem é utilizada para apresentar e transmitir as teorias e fenômenos. Na maioria das vezes são usadas palavras do cotidiano, mas com sentido um pouco diferente.

Um ensino baseado nestes três pilares torna a química mais compreensível para os alunos e colabora para que os mesmos se interessem pela investigação científica.

Este trabalho tem como objetivo apresentar um exemplo prático de utilização do trinômio fenômeno-teoria-linguagem através da introdução da investigação científica no ensino médio, resgatando saberes que fazem parte do cotidiano da comunidade escolar. O processo de amadurecimento de bananas foi estudado com a efetiva participação de alunos do nível médio.

## **METODOLOGIA**

A atividade foi executada em novembro de 2015 durante a 1ª Semana de Turismo e Agroecológica realizada no Colégio Técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CTUR-UFRRJ), localizado no município de Seropédica do Estado Rio de Janeiro. Este trabalho foi desenvolvido na forma de oficina intitulada “Técnicas de Aceleração e Retardo do Amadurecimento de Frutas”, oferecida a alunos do 1º ao 3º ano do ensino médio técnico (técnico em Meio Ambiente e técnico em Agroecologia). A temática “introdução da investigação científica” foi explorada e realizada em quatro momentos distintos.

## PRIMEIRO MOMENTO: AULA EXPOSITIVA

Num primeiro momento foram apresentados aos alunos os seguintes conteúdos: principais características fisiológicas dos frutos climatéricos e não-climatéricos, ação do acetileno e/ou etileno nos frutos e principais vantagens e desvantagens do uso de técnicas de amadurecimento dos mesmos.



Figura 2: Aula expositiva realizada na oficina durante a 1ª Semana de Turismo e Agroecológica do CTUR

## SEGUNDO MOMENTO: OBTENÇÃO DO ACETILENO E DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL DE ALGUMAS REAÇÕES

Após a aula expositiva foi apresentado aos alunos o experimento para obtenção do gás acetileno via gerador de gás, construído previamente a partir de materiais de baixo custo que foram facilmente adquiridos no comércio local do município de Seropédica.

O gerador de gás é composto por um frasco de vidro (500 mL) contendo carbeto de cálcio, com tampa onde há dois orifícios. Em um dos orifícios da tampa foi adaptada uma mangueira plástica tendo em sua outra extremidade uma agulha de injeção por onde foi possível coletar o gás produzido. Ao segundo orifício da tampa foi adaptado um tubo plástico em forma de Y, onde foi possível obter duas saídas a partir do frasco. Para armazenar o gás excedente produzido foi adicionado um balão em uma das duas saídas do tubo em forma de Y. À outra saída do tubo foi adaptada uma seringa pela qual foi possível a injeção de água no meio reacional (figura 3).



Figura 3: Gerador de gás desenvolvido para produzir acetileno.

O gás acetileno foi obtido a partir da hidrólise do carbeto de cálcio, segundo a reação da Figura 4. Ao carbeto de cálcio foram adicionadas lentamente gotas de água com o auxílio da seringa acoplada no tudo em Y.



Figura 4: Hidrólise do carbeto de cálcio

Posteriormente, foram demonstradas aos alunos as reações entre o gás acetileno produzido e água de bromo ou permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ). Os alunos puderam observar ainda a reação de combustão do acetileno assim como suas propriedades. A figura 5 mostra as reações observadas.

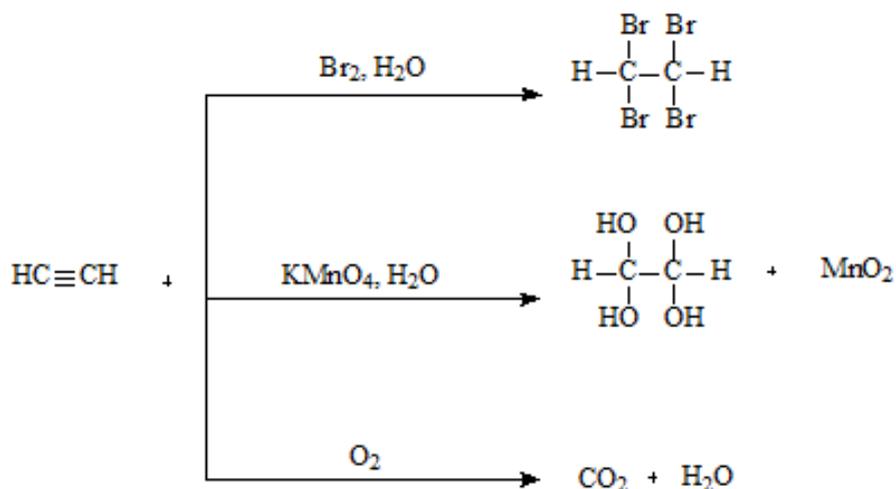


Figura 5: Reações não balanceadas envolvendo o gás acetileno

### TERCEIRO MOMENTO: USO DE MODELOS MOLECULARES PARA A REPRESENTAÇÃO DE MOLÉCULAS E REAÇÕES

O terceiro momento da oficina constou da apresentação de modelos moleculares construídos por alunos do PIBID-Química da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Esses modelos moleculares permitiu a montagem de diversas moléculas. Na ocasião foram apresentados os modelos representativos do etileno e do acetileno com o objetivo de demonstrar a semelhança estrutural entre as duas moléculas. Pode-se observar na Figura 6 a reação de hidrólise do carbeto de cálcio produzindo o gás acetileno, uma das reações apresentadas aos alunos com o uso de modelos moleculares.

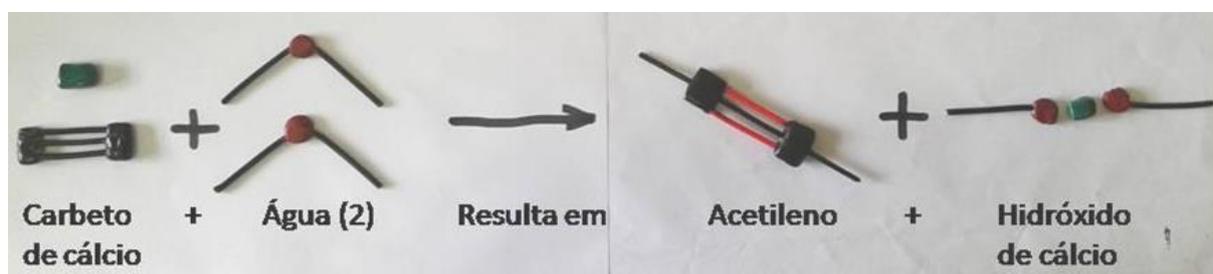


Figura 6: Reação de hidrólise de carbeto de cálcio utilizando modelos moleculares construídos por bolsistas do PIBID-Química da UFRRJ

### QUARTO MOMENTO: INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE A AÇÃO DO ACETILENO E DO ETILENO NO PROCESSO DE AMADURECIMENTO DE BANANAS “PRATA”

Por fim, no quarto momento da oficina, foi realizada a investigação sobre a ação do acetileno e do etileno no processo de amadurecimento de bananas. Neste experimento foi considerada banana verde a banana que havia acabado de atingir sua maturidade fisiológica, ainda não adequada para o consumo.

Foram preparados quatro recipientes de vidro. O primeiro foi utilizado como controle, contendo somente duas bananas verdes. No segundo foram adicionadas duas bananas verdes junto a duas bananas maduras. Estas bananas maduras tiveram como objetivo produzir etileno, visto que esse gás funciona como um hormônio natural produzido pelas frutas para maturação das mesmas. No terceiro recipiente foram adicionadas duas bananas verdes junto a uma pedra pequena de carbeto de cálcio envolvida em papel absorvente umedecido. No quarto frasco adicionaram-se duas bananas verdes, uma pedra de carbeto de cálcio envolvida em papel absorvente umedecido e solução diluída de  $\text{KMnO}_4$  0,1%. A figura 7 mostra a disposição dos quatro frascos de vidro e a composição dos mesmos.



Figura 7: Composição dos sistemas utilizados na investigação do amadurecimento de banana “Prata” – 1º dia

O experimento foi acompanhado ao longo de 10 dias. No segundo dia os recipientes de vidro foram abertos para a eliminação dos gases acetileno e/ou etileno presentes no sistema de experimentação.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Baseados nas explicações e demonstrações sobre a temática em questão, oferecidas nos primeiros momentos da oficina “Técnicas de Aceleração e Retardo do Amadurecimento de Frutas”, os alunos formularam explicações iniciais para os eventos observados ao longo do experimento proposto e executado.

O artigo “Mudanças fisiológicas e químicas em bananas nanica e pacovan tratadas com carbureto de cálcio”, de Nogueira e colaboradores (2007), foi utilizado como fonte de informações pelos alunos, assim como reportagens e notícias oriundas de pesquisas gerais feitas na internet.

A primeira observação por parte dos alunos de nível médio se deu no 2º dia do experimento. Os alunos relataram o escurecimento da solução de  $\text{KMnO}_4$  presente em um dos recipientes (figura 8).



Figura 8: Ilustração do sistema contendo bananas “Prata”, solução de  $\text{KMnO}_4$  e carbureto de cálcio envolvido em papel umedecido: A – Solução de coloração rosa – 1º dia; B: Solução de coloração escura – 2º dia

Essa evidência experimental permitiu aos alunos entender que o escurecimento da solução foi devido à redução do número de oxidação do manganês, onde o íon permanganato ( $MnO_4^-$ ), de coloração rosa, é levado a formação do sólido dióxido de manganês ( $MnO_2$ ), de coloração marrom. A ocorrência da reação de oxirredução nesse sistema foi possível devido a presença do acetileno.

A reação de oxirredução envolvendo o gás etileno e solução de  $KMnO_4$  é bem conhecida e muito importante no processo de retardamento do amadurecimento de frutas enquanto armazenadas. Neste experimento foi utilizado  $KMnO_4$  em solução aquosa. Comercialmente são adicionadas pastilhas de  $KMnO_4$  às frutas em galpões de armazenamento.

Constatou-se que essa técnica é bastante conhecida por parte dos alunos presentes na oficina devido à formação recebida nas disciplinas do curso de Meio Ambiente ou Agroecologia.

No presente experimento, o  $MnO_4^-$  participa de uma reação de oxirredução junto ao acetileno. Assim ocorre a diminuição da concentração deste gás disponível no meio, retardando o processo de amadurecimento das frutas.

O segundo evento observado e apontado pelos alunos se deu ao 3º dia de observação do experimento. Notou-se o surgimento de coloração “amarelada” nas bananas expostas ao acetileno ou etileno. Este “amarelamento” é decorrente da degradação da clorofila causada por esses gases (NOGUEIRA, 2007). As bananas que receberam tratamento com acetileno apresentaram mudança de coloração uniforme enquanto as bananas que receberam tratamento com etileno apresentaram mudança de coloração não uniforme.

Os alunos participantes formularam algumas hipóteses visando explicar o fato observado. Propuseram que o etileno estaria envolvido na reação com moléculas de amido, enquanto o acetileno estaria, em sua maior proporção, envolvido na degradação da clorofila. Assim, eles tentaram explicar o “amarelamento” uniforme das bananas tratadas com acetileno.

Estas proposições feitas pelos alunos darão a eles a oportunidade de, posteriormente, investigá-las teoricamente.



Figura 9: Investigação do amadurecimento de banana “Prata” - 3º dia

Somente no sexto dia após o início dos tratamentos o frasco controle apresentou a iniciação do processo de amadurecimento da banana, evidenciado pela degradação da clorofila e conseqüente “amarelamento” da casca (figura 10). As bananas utilizadas como controle do experimento, como esperado, levaram mais tempo para atingir o ponto ideal de consumo em relação as demais bananas tratadas com etileno ou acetileno.



Figura 10: Investigação de amadurecimento de banana “Prata” - 6º dia

Ao final de cada tratamento o grupo de alunos responsáveis por fazer as observações diárias durante o experimento pode degustar as frutas e então fazer diferentes observações quanto ao sabor dessas.

As bananas tratadas com etileno apresentaram-se mais doces que as bananas tratadas com acetileno. Essa observação, por parte dos alunos experimentadores, é compreensível pois bananas tratadas com etileno apresentam maior teor de açúcares redutores quando comparadas a bananas tratadas com acetileno (NOGUEIRA, 2007). Os teores de açúcares redutores são decorrentes da hidrólise do amido e da sacarose. Baseando-se também nesta observação os alunos fizeram as proposições supracitadas.

O experimento envolvendo bananas, utilizado com a finalidade de introduzir a investigação científica, despertou grande interesse por parte dos alunos. Contudo, a observação e visualização da reação de combustão do acetileno, produzido em gerador de gás previamente preparado, e dos modelos moleculares criados por bolsistas do PIBID-Química da UFRRJ, também os cativou.

Podemos explicar o interesse pela combustão do acetileno devido a boa recepção, principalmente por parte dos alunos do ensino médio, de transformações que envolvem mudanças drásticas de cores e fogo. Partindo da existência da atração inicial despertada por parte dos alunos pelo tema proposto podemos também incentivá-los a produção de novos materiais didáticos úteis no processo de aprendizagem.

A reação de combustão do acetileno também serviu para lembrar os alunos sobre um fator importante em reações químicas: a superfície de contato entre os reagentes. No gerador de gás o carbeto de cálcio é adicionado na forma de fragmentos bem pequenos junto a água em excesso. O contato entre os reagentes é suficiente para gerar grande quantidade do gás acetileno em pouco tempo. Já em propriedades rurais, os produtores envolvem o carbeto de cálcio em jornal umedecido, tendo assim menor contato entre os reagentes, visando a lenta liberação de acetileno.

Em diversos estudos observou-se que as frutas devem ficar expostas ao acetileno por períodos de horas para que o processo de aceleração do amadurecimento destas ocorra efetivamente. Para que isso aconteça é ideal que a liberação de acetileno ocorra lentamente, demonstrando aos alunos a importância do saber popular.

O uso de modelos moleculares, com suas disposições espaciais, proporcionou aos alunos do ensino médio entre outras coisas a percepção de semelhanças entre as substâncias etileno e acetileno. Ambas apresentam ligação  $\pi$ , proposta pelos alunos como característica “chave” na interação dessas substâncias com o receptor de etileno.

## CONCLUSÕES

A introdução da pesquisa científica para alunos da educação básica auxilia na compreensão dos conteúdos da grade curricular normal e pode incentivá-los a estudar mais, visto o grande interesse despertado por parte deles sobre o assunto tratado quando utilizada essa metodologia. Além disso, esta metodologia de ensino ajuda no desenvolvimento de novas ideias e resolução para problemas diversos. Essas capacidades são importantes principalmente quando se trata do ingresso dos alunos no mercado de trabalho, especificamente neste caso: alunos de curso técnico.

A iniciação da pesquisa no ensino básico pode ser também uma forma de preparação para o reconhecimento do método de pesquisa que será encontrado por esses alunos na Universidade.

O processo de amadurecimento de bananas e de outras frutas é bastante conhecido assim como a ação do etileno ou acetileno sobre essas, seja através do saber acadêmico ou popular. Assim esta técnica era do conhecimento dos alunos. No entanto, eles não sabiam explicar o fenômeno. Logo, oferecer esse conhecimento foi um dos focos desse trabalho.

No decorrer dos trabalhos foi proposto aos alunos que construíssem uma explicação baseada no conhecimento científico para o evento de amadurecimento. Essa proposta, baseada nos parâmetros fenômeno, teoria e linguagem, fez com que os alunos tirassem suas próprias conclusões.

Arriscaríamos dizer que a eficácia da investigação proposta ao aproximar os saberes acadêmico e popular se deve ao fato de que a trilha seguida é a mesma que vem sendo seguida pelo homem ao longo de sua história: a academia se apropria do saber popular, analisa os fenômenos envolvidos, constrói uma teoria para explicá-los e devolve esse mesmo saber para a sociedade numa linguagem científica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NOGUEIRA, D.H. et al. Mudanças Fisiológicas e Químicas em Bananas “Nanica” e “Pacovan” tratadas com Carbureto de Cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, São Paulo, v. 29, p. 460-464, dez. 2007.