

**1<sup>a</sup>**

**Série**

**Química**

**MATERIAL  
DIGITAL**

# **Transformações nos processos produtivos**

**2º bimestre  
Aula 11**

**Ensino  
Médio**



**GOVERNO DO ESTADO  
DE SÃO PAULO**

## Conteúdos

- Processos produtivos;
- Extração de matéria-prima;
- Uso de recursos naturais;
- Transformações químicas;
- Impactos socioambientais.

## Objetivos

- Identificar matérias-primas empregadas e produtos obtidos em diferentes processos industriais;
- Identificar a formação de novas substâncias a partir das evidências macroscópicas;
- Reconhecer a ocorrência de transformações químicas em sistemas produtivos.



5 minutos



VIREM E CONVERSEM

## Produção do etanol

- Qual matéria-prima é utilizada no processo produtivo apresentado e por que ela é escolhida?
- Que outros materiais poderiam ser utilizados como matéria-prima para produzir etanol?
- Em quais etapas do processo podem estar ocorrendo transformações químicas? Por quê?



Como a cana-de-açúcar vira etanol? | Etanol sem fronteira – episódio 3.

Trecho sugerido: de 1:40 a 4:45.

---

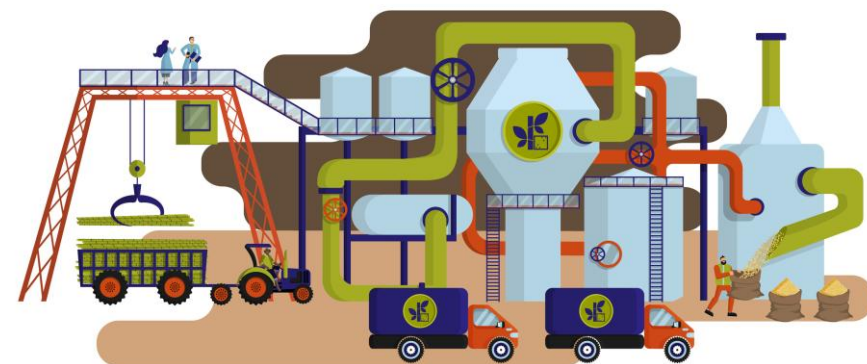
PETROBRAS. Como a cana-de-açúcar vira etanol? | Etanol sem fronteira – episódio 3. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=zFfpQsne\\_bg](https://www.youtube.com/watch?v=zFfpQsne_bg). Acesso em: 20 out. 2025.

### Introdução aos processos produtivos

Os processos produtivos englobam as etapas que transformam matérias-primas em produtos finais, prontos para o consumo ou utilização. O primeiro passo desse processo é a **extração de matérias-primas**, como minerais, petróleo e biomassa, que são recursos naturais obtidos do ambiente.

Em seguida, essas matérias passam por **processos de beneficiamento e transformação**, nos quais adquirem novas características até se tornarem bens prontos para o uso ou consumo.

- Qual é o recurso natural utilizado na produção do etanol?
- Além do etanol, qual é o outro produto obtido nesse processo?



© Getty Images



# Experimento: fermentação alcoólica e transformações químicas na produção de etanol

## Materiais necessários:

- béqueres de 250 e 500 mL;
- proveta de 100 mL;
- funil;
- bexigas de borracha nº 3;
- colher ou espátula;
- 5 garrafas plásticas de 600 mL;
- 200 mL de água morna;
- 2 colheres de açúcar;
- 1 colher de farinha de trigo;
- 50 mL de caldo de cana;
- 2 envelopes de fermento biológico seco;
- 50 mL de suco de uva integral ou de maçã.





# Procedimento

## Preparação das soluções para cada garrafa

### Garrafa I – Água + fermento (controle)

- Meça 50 mL de água morna e coloque na garrafa I.

### Garrafa II – Água + açúcar + fermento

- Em um béquer, dissolva 2 colheres de açúcar em 50 mL de água morna.
- Transfira a mistura para a garrafa II.

Observe atentamente cada etapa para não perder nenhum detalhe!



© Getty Images



### Procedimento

#### Garrafa III – Água + farinha + fermento

- Em outro béquer, misture 1 colher de farinha de trigo com 50 mL de água morna até formar uma suspensão uniforme.
- Transfira a mistura para a garrafa III.

#### Garrafa IV – Caldo de cana + fermento

- Meça 50 mL de caldo de cana e coloque na garrafa IV.

#### Garrafa V – Suco de uva ou suco de maçã + fermento

- Meça 50 mL de suco e coloque na garrafa V.



© Getty Images



# Procedimento

## Ativação e adição de fermento

- Em um béquer de 250 mL, dissolva 1 envelope de fermento biológico em 150 mL de água morna.
- Adicione 50 mL da solução de fermento em cada garrafa sobre a mistura que já está dentro.
- Misture suavemente com uma colher ou bastão de vidro.



© Getty Images



# Procedimento

## Vedação e fermentação

- Tampe cada garrafa com uma bexiga, tendo o cuidado de verificar se está devidamente vedada.
- Deixe em repouso e observe o resultado.

### FICA A DICA

Observe periodicamente evidências como:

- inflamento da bexiga;
- formação de espuma e bolhas;
- cheiro alcoólico;
- mudança de cor ou turbidez.



© Getty Images

Continua



## Tabela de observação

Experimento	Amostra	Ocorreu transformação química?	Evidências
I	Água + fermento biológico		
II	Água + açúcar + fermento biológico		
III	Água + farinha de trigo + fermento biológico		
IV	Caldo de cana + fermento biológico		
V	Suco de uva integral + fermento biológico		



Experimento	Amostra	Ocorreu transformação química?	Evidências
I	Água + fermento biológico	Não	Nenhuma mudança visível; água permanece clara, sem espuma, bolhas ou formação de gás.
II	Água + açúcar + fermento biológico	Sim	Formação de gás carbônico visível como bolhas, espuma, inflamento da bexiga, cheiro levemente alcoólico.
III	Água + farinha de trigo + fermento biológico	Não	Pouca ou nenhuma mudança; líquido levemente turvo, sem formação de gás.



## Correção

Experimento	Amostra	Ocorreu transformação química?	Evidências
IV	Caldo de cana + fermento biológico	Sim	Forte formação de gás carbônico visível como bolhas, espuma intensa, inflamento da bexiga, cheiro característico de álcool.
V	Suco de uva integral + fermento biológico	Sim	Formação de gás carbônico visível como bolhas, espuma, inflamento da bexiga, cheiro alcoólico perceptível, mudança leve na cor.



### Questões

Com relação ao experimento, responda às questões a seguir:

1. Em qual das etapas do experimento ocorreu uma **transformação química**? Justifique.
2. Quais foram os **reagentes** utilizados nas etapas em que ocorreu a transformação química e quais foram os **produtos formados**?
3. Como o que ocorreu neste experimento se relaciona com o processo de produção do etanol nas indústrias?



© Getty Images



### Correção

Com relação ao experimento, responda às questões a seguir:

1. Em qual das etapas do experimento ocorreu uma **transformação química**? Justifique.

A transformação química ocorreu nas garrafas II (água + açúcar + fermento), IV (caldo de cana + fermento) e V (suco de uva integral + fermento). Nas misturas, foram observadas **bolhas e espuma**, que **encheram a bexiga**, indicando a **formação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>)**, e também foi percebido o **cheiro característico de álcool**, evidenciando a presença de **etanol**. Essas mudanças mostram que as substâncias iniciais foram transformadas em novas substâncias, caracterizando uma **transformação química**.



### Correção

**2.** Quais foram os **reagentes** utilizados nas etapas em que ocorreu a transformação química e quais foram os **produtos formados**?

Os **reagentes** foram o **açúcar (sacarose,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ )** presente na água, no **caldo de cana ou no suco de uva integral**. Os **produtos formados** foram o **gás carbônico ( $CO_2$ )**, observado pelas bolhas e espuma que encheram a bexiga, e o **etanol (álcool etílico,  $C_2H_5OH$ )**, identificado pelo cheiro característico.



### Correção

**3.** Como o que ocorreu neste experimento se relaciona com o processo de produção do etanol nas indústrias?

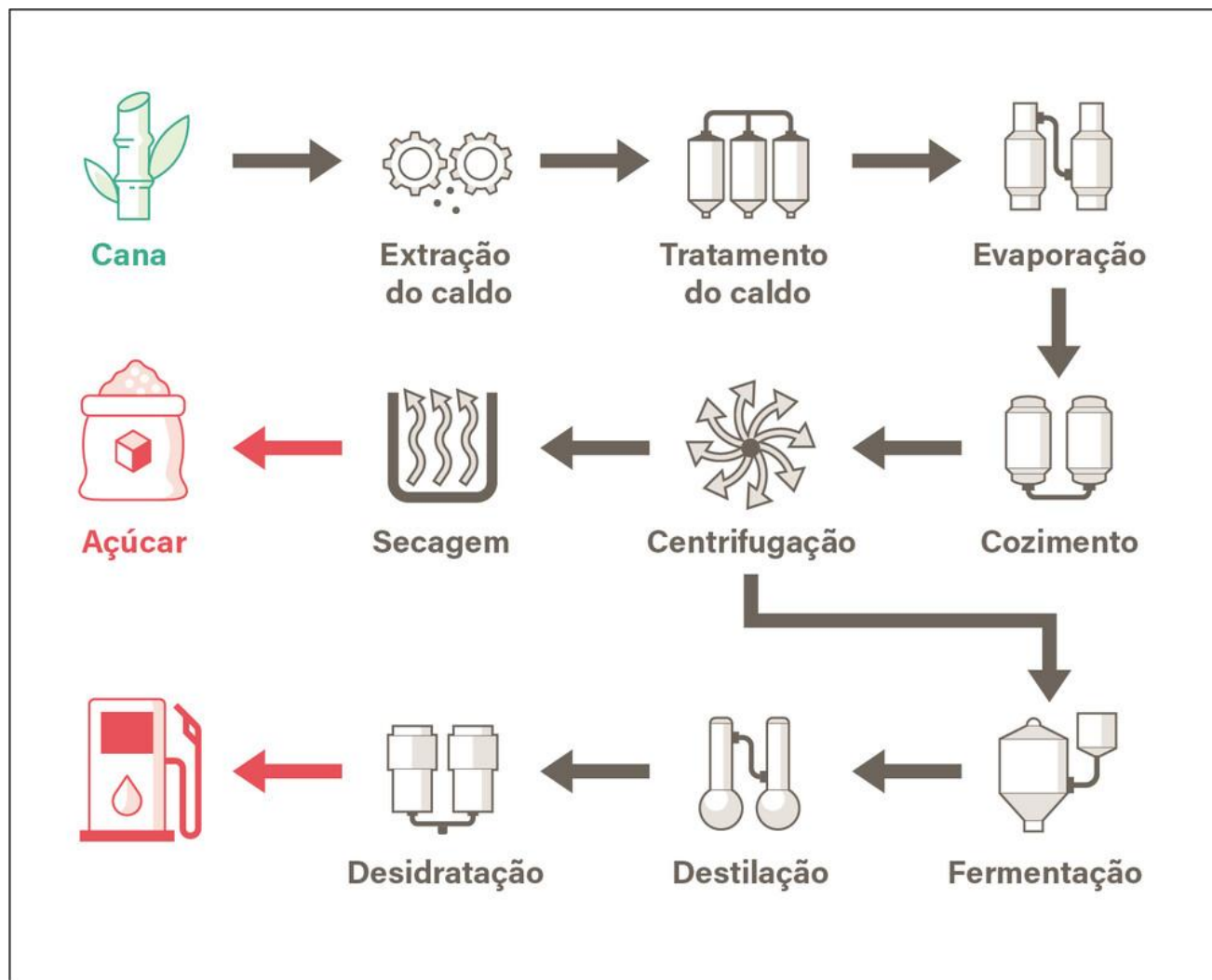
O experimento mostrou a fermentação alcoólica em pequena escala, usando quantidades reduzidas de açúcar (água com açúcar, suco de frutas ou caldo de cana) e fermento biológico, formando **gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )**. Na indústria, o mesmo processo ocorre em tanques gigantescos, com muito mais caldo de cana. As leveduras convertem o açúcar em etanol e  $\text{CO}_2$ , com **controle rigoroso de temperatura, pH, nutrientes e tempo de fermentação** para otimizar a produção. Além disso, o etanol industrial é purificado por destilação, enquanto, no experimento, ele permanece misturado a outras substâncias.

# Comparando a fermentação em sala de aula com a produção industrial

Escala	Condições	Purificação	Impactos
<p><b>Pequena escala</b> Quantidades pequenas, foco na observação das reações químicas.</p> <p><b>Escala industrial</b> Tanques grandes para maximizar a produção.</p>	<p><b>Pequena escala</b> Controle limitado de temperatura e pH; ingredientes simples.</p> <p><b>Escala industrial</b> Controle rigoroso de temperatura, pH, nutrientes e oxigênio.</p>	<p><b>Pequena escala</b> Mistura não purificada, contém outras substâncias.</p> <p><b>Escala industrial</b> Purificado por destilação, concentrado e pronto para uso.</p>	<p><b>Pequena escala</b> Experimento seguro, impacto ambiental mínimo.</p> <p><b>Escala industrial</b> Uso intensivo de água e terras; emissão de gases.</p>



## Explorando as etapas de produção de etanol



Com base no que aprenderam na aula, no vídeo e no experimento de fermentação, analisem o fluxograma e, em grupos, discutam cada etapa para preencher a tabela com **matérias-primas, resultado obtido e ocorrência de transformação química**.

Fluxograma – processos industriais da cana-de-açúcar.

Fonte: MANIGLIA, [s.d.]. Produzido pela SEDUC-SP.



# Explorando as etapas de produção de etanol

Etapa	Matéria-prima ou substância inicial	Resultado obtido	Ocorre transformação química?
Extração			
Evaporação			
Fermentação			
Destilação			
Desidratação			



## Correção

Etapa	Matéria-prima ou substância inicial	Resultado obtido	Ocorre transformação química?
<b>Extração</b>	Cana-de-açúcar	Caldo de cana (rico em sacarose)	<b>Não</b> , ocorre separação física do caldo.
<b>Evaporação</b>	Caldo de cana	Xarope concentrado (menos água, mais açúcar)	<b>Não</b> , ocorre remoção física da água.

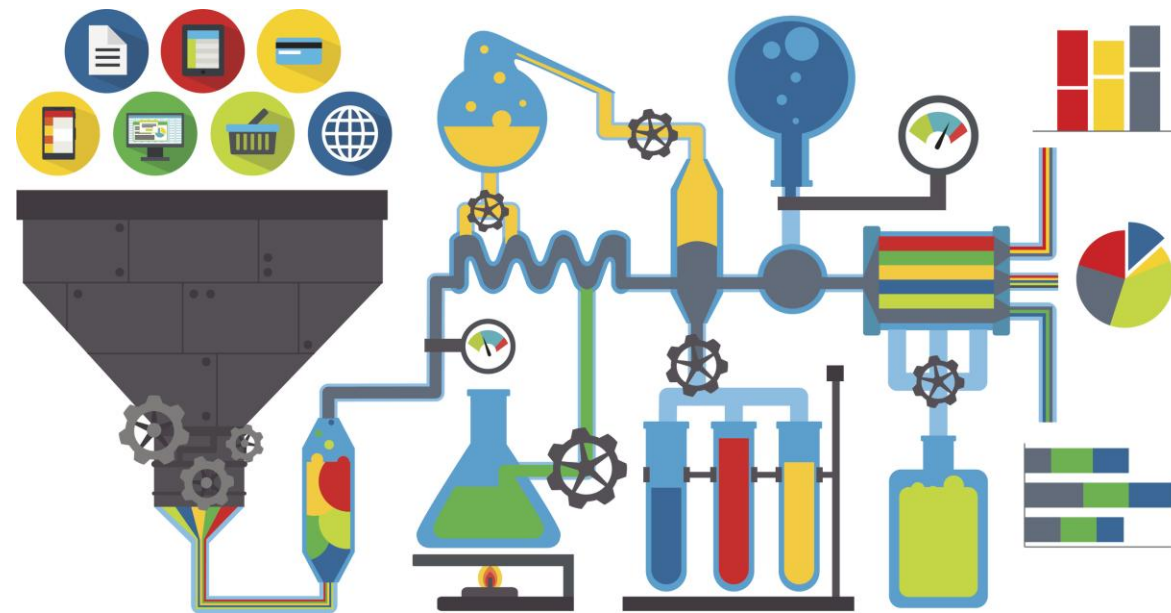


## Correção

Etapa	Matéria-prima ou substância inicial	Resultado obtido	Ocorre transformação química?
<b>Fermentação</b>	Xarope com açúcares e leveduras	Etanol ( $C_2H_5OH$ ) + gás carbônico ( $CO_2$ ) + resíduos orgânicos	<b>Sim</b> , pois há formação de novas substâncias.
<b>Destilação</b>	Mistura fermentada (etanol + água + resíduos)	Etanol mais concentrado (álcool bruto)	<b>Não</b> , ocorre separação física baseada no ponto de ebulição.
<b>Desidratação</b>	Etanol hidratado	Etanol anidro (puro, usado como biocombustível)	<b>Não</b> , ocorre remoção física da água residual.

## Finalizando

- Como os processos produtivos transformam matérias-primas em produtos e por que essas transformações são importantes para a sociedade?
- De que forma podemos perceber que uma transformação química ocorreu em um processo industrial ou cotidiano?



© Getty Images

## Referências

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)**, 2018. Prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Prova de Matemática e suas Tecnologias, 2º Dia, Caderno 17 – Amarelo, 2ª Aplicação. Disponível em: [https://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/provas/2018/2018\\_PV\\_reaplicacao\\_PPL\\_D2\\_CD17.pdf](https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2018/2018_PV_reaplicacao_PPL_D2_CD17.pdf). Acesso em: 20 out. 2025.

LEMOV, Doug. **Aula nota 10 3.0**: 63 técnicas para melhorar a gestão da sala de aula / Doug Lemov; tradução: Daniel Vieira, Sandra Maria Mallmann da Rosa; revisão técnica: Fausta Camargo, Thuinie Daros. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2023.

ROSENSHINE, B. “Principles of instruction: research-based strategies that all teachers should know”. In: **American Educator**, v. 36, n. 1., Washington, 2012. pp. 12-19. Disponível em: <https://www.aft.org/ae/spring2012>. Acesso em: 20 out. 2025.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo Paulista**: etapa Ensino Médio, 2020. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2020/08/CURR%C3%8DCULO%20PAULISTA%20etapa%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>. Acesso em: 20 out. 2025.

Identidade visual: imagens © Getty Images

**Para professores**

## Slide 2

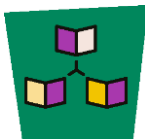


**Habilidade:** (EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento, para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

## Slide 3



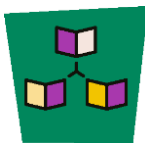
**Tempo:** 5 minutos.



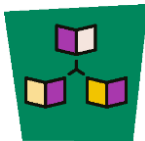
**Dinâmica de condução:** professor(a), inicie pedindo aos estudantes que assistam ao vídeo e, em seguida, formem duplas ou trios para **discutirem rapidamente as questões propostas. Circule pela sala, ouvindo as conversas e fazendo perguntas que estimulem o raciocínio**, como: “Quais sinais indicam que algo está sendo transformado?”, “Por que essa matéria-prima é adequada para o processo?”, “Que outras opções poderiam funcionar e por quê?”. Incentive os estudantes a **justificarem suas respostas com base no vídeo e em seus conhecimentos prévios**, promovendo reflexão sobre **matérias-primas, produtos e transformações químicas**. Após alguns minutos de discussão, promova **uma síntese coletiva**, destacando os pontos principais levantados pelos grupos e conectando as observações às etapas do processo industrial de produção de etanol, preparando os estudantes para o experimento subsequente.



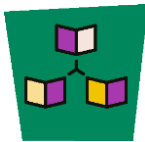
**Expectativas de respostas:** professor(a), espera-se que os estudantes respondam que a matéria-prima utilizada no processo apresentado é a cana-de-açúcar, escolhida por conter altos teores de açúcares (sacarose) que podem ser fermentados pelas leveduras para produzir etanol e gás carbônico. Eles podem indicar que outros materiais ricos em açúcares ou amido, como milho, frutas ou resíduos agrícolas, também poderiam ser utilizados como matéria-prima, desde que contenham carboidratos fermentáveis. Quanto às etapas em que ocorrem transformações químicas, espera-se que reconheçam a fermentação alcoólica, em que o açúcar é convertido em etanol e  $\text{CO}_2$ .



**Dinâmica de condução:** professor(a), organize os grupos e oriente os estudantes sobre os materiais e procedimentos que serão realizados, lembrando que durante todas as etapas devem **observar atentamente qualquer mudança e registrar imediatamente na tabela**. Durante todo o processo, circule entre os grupos, fazendo **perguntas direcionadoras** que incentivem os estudantes a **analisar evidências macroscópicas**, comparar as diferentes amostras e refletir sobre quais substâncias iniciais foram transformadas e quais produtos se formaram. Garanta que cada estudante participe do registro das observações, discutindo em grupo as diferenças entre as garrafas e destacando que as mudanças observadas (formação de bolhas, espuma, cheiro de álcool) indicam **transformações químicas**, aproximando o experimento das etapas industriais de produção de etanol. Ao final, promova uma **síntese coletiva**, discutindo como os dados registrados na tabela permitem compreender os princípios da fermentação alcoólica e a importância das transformações químicas em sistemas produtivos, preparando os estudantes para responder ao questionário.



**Dinâmica de condução:** professor(a), para conduzir a atividade pós-experimento, oriente os estudantes a **refletirem individualmente sobre suas observações durante a fermentação**, registrando evidências de transformações químicas em cada etapa. Em seguida, os estudantes podem **discutir em duplas ou pequenos grupos**, comparando suas respostas e aprofundando a compreensão sobre **reagentes, produtos e sinais visíveis de transformação química**, como formação de bolhas, espuma e cheiro de álcool. Circule pela sala e **faça perguntas direcionadoras** que incentivem a análise crítica e apoie os estudantes para que **relacionem o que observaram no laboratório com o processo industrial de produção de etanol**, destacando semelhanças e diferenças entre a escala experimental e a industrial, promovendo a construção do conhecimento.



**Dinâmica de condução:** professor(a), conduza a atividade incentivando a **discussão em grupo entre os estudantes**, circule pela sala para **apoiar os estudantes a preencherem os dados da tabela de forma investigativa**, sem entregar respostas prontas. É importante que estimule os estudantes a **observar o fluxograma com atenção**, relacionando cada etapa com o que viram no experimento de fermentação e no vídeo, identificando **matérias-primas, produtos e sinais de transformações químicas**. Durante a discussão, **faça perguntas direcionadoras** para ajudar os grupos a comparar etapas do processo industrial com o laboratório, reforçando conceitos de **transformações químicas, formação de novos produtos e diferença entre etapas físicas e químicas**, promovendo a construção do conhecimento de maneira ativa.



**Expectativas de respostas:** professor(a), espera-se que os estudantes respondam que os processos produtivos envolvem a **transformação de matérias-primas em produtos finais** por meio de reações químicas ou mudanças físicas planejadas, sendo essas transformações importantes para a sociedade porque permitem a **obtenção de alimentos, combustíveis, medicamentos e outros bens essenciais**. Além disso, espera-se que reconheçam que **uma transformação química pode ser percebida por sinais como a formação de novas substâncias, mudança de cor, odor, liberação de gás ou calor**, tanto em processos industriais quanto em situações do cotidiano, demonstrando que a composição das substâncias iniciais foi alterada.

## Caderno de exercícios

Para esta aula, é indicado o exercício **3 do bloco Transformações**. Essa questão pretende avaliar se o estudante **compreende em qual etapa do processamento da cana ocorre a formação do etanol**, distinguindo a transformação química de etapas físicas ou de preparação da matéria-prima. Além disso, verifica se o aluno **identifica a relação entre matéria-prima, produtos e etapas do processo industrial**. Por fim, avalia a capacidade de **interpretar esquemas ou fluxogramas industriais**. Esse exercício pode ser feito em casa, de forma autônoma pelos estudantes, ou você pode selecionar para trabalhar em sala de aula.

Resolução detalhada, item por item, com justificativa sobre cada alternativa:

- a) Incorreto**, pois nesta etapa ocorre apenas a **preparação da matéria-prima**, como trituração ou moagem da cana, sem formação de novas substâncias; portanto, **não há síntese de etanol**.
- b) Incorreto**, porque geralmente essa etapa envolve **separação ou extração de açúcares**, ainda sem ocorrer a transformação química que produz o etanol.
- c) Correto**, pois nesta etapa ocorre a **fermentação alcoólica**, na qual os açúcares presentes no bagaço ou folhas de cana são convertidos pelas leveduras em **etanol ( $C_2H_5OH$ ) e gás carbônico ( $CO_2$ )**, caracterizando a síntese do combustível.
- d) Incorreto**, já que esta etapa normalmente corresponde à **destilação ou purificação do etanol**, ou seja, separação do produto formado, não a sua síntese.
- e) Incorreto**, pois representa a **armazenagem ou acondicionamento do etanol pronto para uso**, sendo uma etapa pós-produção, sem transformação química ocorrendo.



- Para complementar o conteúdo desta aula, você pode utilizar as informações e as atividades do capítulo indicado, ou ainda recomendá-lo para estudo autônomo dos estudantes.

Reprodução por Adalberto A. M. de Sá, licenciado em Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.

Você pode estar se perguntando: como os químicos têm certeza de que uma reação química aconteceu? Bem, uma substância química é caracterizada por suas propriedades, tais como densidade, temperatura de fusão, temperatura de ebulição, cor, odor etc. Duas substâncias diferentes podem, eventualmente, ter algumas propriedades iguais, mas nunca todas elas. Para saber se ocorreu uma reação química, precisamos comparar as propriedades das substâncias presentes no sistema, nos estados inicial e final. Consideremos um exemplo.

Enxofre rômboico (Fig. 5.A) e ferro (Fig. 5.B) são caracterizados por suas propriedades; cada qual tem sua temperatura de fusão, densidade, cor etc. (Existe outra substância, chamada enxofre monoclíncico, que tem algumas propriedades distintas das do enxofre rômboico, escolhido aqui como exemplo.) Uma característica interessante do ferro é que ele é atraído por um ímã. Já o enxofre rômboico não é. Se misturarmos os dois, pulverizados, obteremos uma mistura (Fig. 6) na qual cada um dos componentes mantém suas propriedades. Isso torna possível usar um ímã para separar o ferro da mistura. Verifica-se, assim, que a simples reunião de enxofre e ferro não causa sua transformação em uma nova substância, ou seja, não é um exemplo de reação química.

Contudo, se essa mistura for aquecida, em condições adequadas, ocorrerá um processo no qual enxofre rômboico e ferro se transformarão num sólido preto (Fig. 7). Determinando as propriedades desse sólido preto formado, é possível perceber que são distintas das propriedades do enxofre rômboico e do ferro. Ele apresenta temperatura de fusão 1.188 °C (a 1 atm), densidade 4,74 g/cm<sup>3</sup> (a 25 °C e 1 atm) e não é atraído por um ímã. Trata-se de uma substância química diferente do enxofre rômboico e do ferro, que é denominada sulfeto de ferro(II).

Conforme mencionamos anteriormente, quando uma ou mais substâncias transformam-se em uma ou mais substâncias diferentes, essa transformação é denominada **reação química**, ou **transformação química**. Assim, se enxofre rômboico e ferro são aquecidos juntos, ocorre uma reação química, que pode ser assim representada:

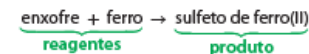


Nessa representação, o sinal de mais (+) significa "e", e a seta (→) pode ser entendida como "reagem quimicamente transformando-se em", ou, simplesmente, "transformam-se em". Portanto, está representado que enxofre rômboico e ferro transformam-se em sulfeto de ferro(II).

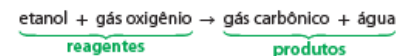
### Reagentes e produtos

As substâncias inicialmente existentes e que se transformam em outras em uma reação química são denominadas **reagentes**, e as novas substâncias produzidas são chamadas **produtos**.

No exemplo em questão:



Outro exemplo de reação química é a combustão (queima) do etanol no motor de veículos que o utilizem como combustível. Para que ela ocorra, é necessária a presença de gás oxigênio (proveniente do ar). Ambas as substâncias (etanol e oxigênio) transformam-se, durante a combustão completa, em duas novas substâncias: água e dióxido de carbono, também conhecido como gás carbônico. Trata-se de uma reação química que pode ser assim representada:



Essa representação pode ser interpretada como: etanol e gás oxigênio transformam-se em gás carbônico e água.



TF = 95 °C, TE = 445 °C, d = 2,07 g/cm<sup>3</sup>



TF = 1.538 °C, TE = 2861 °C, D = 7,87 g/cm<sup>3</sup>

Figura 5. Substâncias químicas enxofre rômboico (A) e ferro (B), com respectivos valores de temperatura de fusão (TF), a 1 atm, temperatura de ebulição (TE), a 1 atm, e densidade (d), a 25 °C e 1 atm.



Figura 6. Enxofre rômboico e ferro puros e uma mistura de ambos.



Figura 7. Sulfeto de ferro(II), o produto da reação química comentada nesta página.



**GOVERNO DO ESTADO  
DE SÃO PAULO**