

# DC-GOEM

## NA PRÁTICA!



2ª série

Ensino Médio

4º Bimestre

ESTUDANTE

**Ciências da Natureza  
e suas Tecnologias**

## Recurso Didático para o(a) Estudante



**DC-GOEM**   
**NA PRÁTICA!**

**ESTADO DE GOIÁS**  
**SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO**

**Governador do Estado de Goiás**  
Ronaldo Ramos Caiado

**Vice-Governador do Estado de Goiás**  
Lincoln Graziani Pereira da Rocha

**Secretária de Estado de Educação**  
Aparecida de Fatima Gavioli Soares Pereira

**Superintendente de Ensino Médio**  
Osvany da Costa Gundim Cardoso

**Gerente de Produção de Materiais**  
Vanuse Batista Pires Ribeiro

**Gerente de Ensino Médio**  
Itatiara Teles de Oliveira

**Coordenadora Geral de Gerência de Produção de Material para Ensino Médio**  
Alessandra Nery da Silva

**Coordenadora de Currículo e Produção de Materiais para Ensino Médio**  
Telma Antônia Rodrigues Alves

**ELABORADORES/AS**

**Linguagens e suas Tecnologias**

Joanede Aparecida Xavier de Souza Fé - Coordenadora de Área

Aline Folly Faria Monteiro - Arte /Música

Elaene Lopes Carvalho - Língua Estrangeira/ Inglês

Fernanda Moraes de Assis – Arte/ Artes Visuais

Ivair Alves de Souza - Língua Portuguesa

Luciana Evangelista Mendes – Língua Estrangeira/ Espanhol

Luzia Mara Marcelino - Língua Portuguesa

Mara Veloso de Oliveira Barros - Arte /Artes Cênicas

Onira de Ávela Pinheiro Tancrede - Artes / Teatro  
Rosane Christina de Oliveira - Educação Física - Arte / Dança  
Renato Ribeiro Rodrigues - Educação Física - Arte / Dança

**Matemática e suas Tecnologias**

Henrique Carvalho Rodrigues – Coordenador de Área  
Alexander Costa Sampaio  
Silvio Coelho da Silva

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Pedro Ivo Jorge de Faria – Coordenador de Área  
Alexandre Rodrigues Bernardes - Filosofia  
Carlos César Higa – Sociologia  
Fernanda Serbêto – História  
Gustavo Henrique José Barbosa – Sociologia/Filosofia  
Ione Apolinário Pinto – Geografia

**Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

Núbia Pontes Pereira – Coordenadora de Área  
Francisco Rocha – Física  
Ítalo Rodrigues Guedes - Física  
Leonardo Dantas Vieira – Física  
Murilo Pereira Ramos – Biologia  
Rosimeire Silva de Carvalho – Química  
Sandra Marcia de Oliveira Silva – Biologia  
Sara Giselle de Cassia Alexandre Gondim – Biologia

**Equipe de Revisão**

Elaine Nicolodi  
Vanuse Batista Pires Ribeiro

**Designer Gráfico**

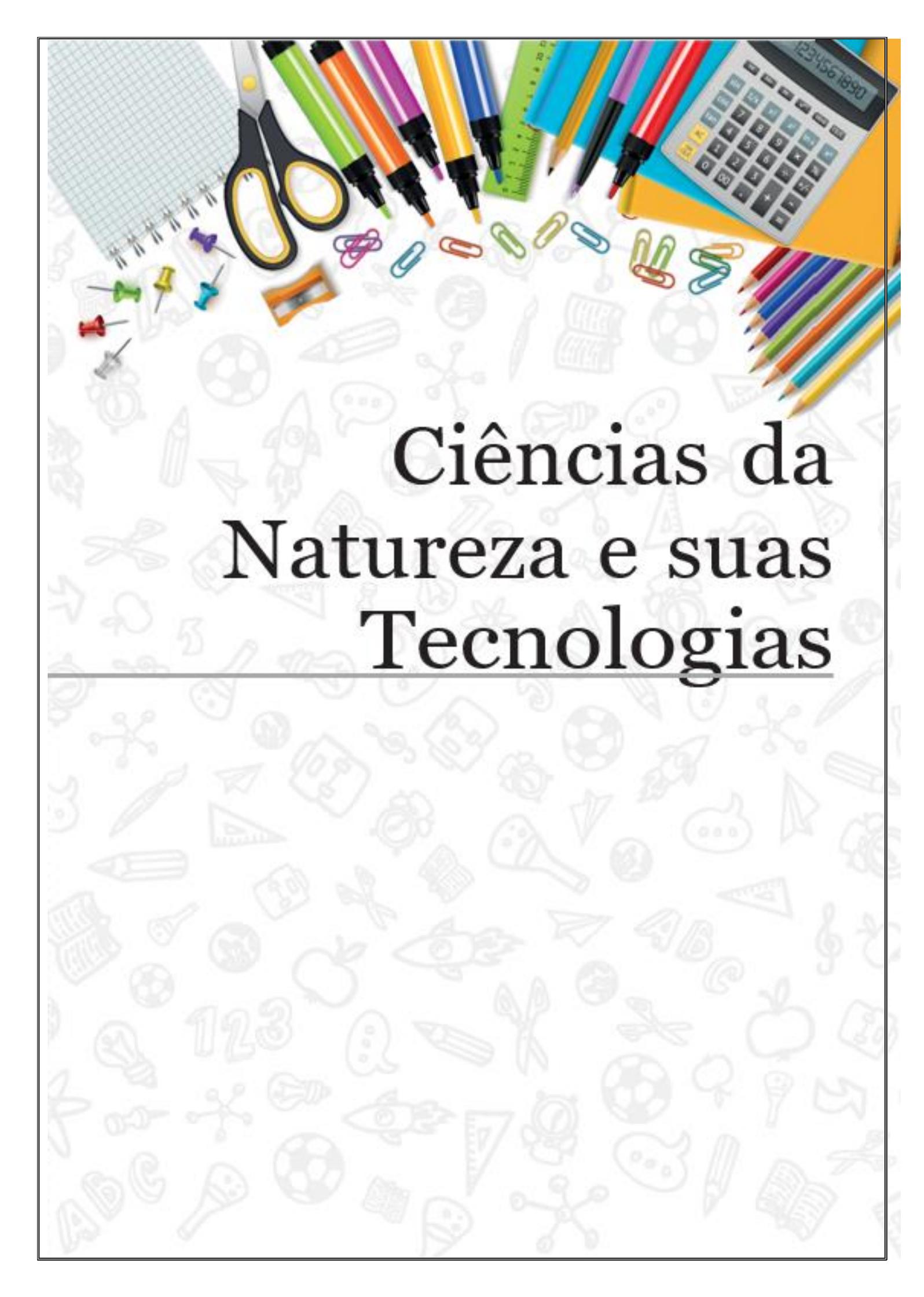
Hugo Leandro de Leles Carvalho – capa

**Edição e publicação do NetEscola e Drives de Gerência de Produção de Material para Ensino Médio**

Jhonatan César Alcântara Araújo

**Equipe de Diagramação**

Alessandra Nery da Silva  
Jhonatan César Alcântara Araújo  
Sara Giselle de Cassia Alexandre Gondim



# Ciências da Natureza e suas Tecnologias

---

## ORIENTAÇÃO AO(A) PROFESSOR(A)

Este recurso didático consiste em uma sequência de textos, atividades, sugestões de vídeos e outras mídias – pesquisados, selecionados e/ou elaborados pela equipe de Currículo e Produção de Material da Superintendência de Ensino Médio da Secretaria de Estado da Educação de Goiás. Além disso, este material está alinhado à proposta do Novo Ensino Médio e, principalmente, ao Documento Curricular para Goiás – etapa Ensino Médio, assim como preconizado pela Base Nacional Comum Curricular.

As atividades aqui apresentadas poderão ser utilizadas por você e nossos estudantes da rede como sugestão de abordagem dos conhecimentos relacionados tanto aos objetivos de aprendizagem quanto às habilidades específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com o que é apresentado na Bimestralização do nosso Documento Curricular para Goiás - Etapa Ensino Médio (DC-GOEM).

Foram elaborados capítulos a partir de objetivos de aprendizagem e objetos de conhecimento relacionados. Esses capítulos se organizam em módulos que contemplam os três componentes da área: Biologia, Física e Química. Nesta apostila, apresentam-se, então, os conteúdos a serem abordados ao longo do 4º bimestre pelos(as) professores(as) de Biologia, Física e Química.

É importante lembrar que um dos princípios do DC-GOEM se refere ao ensino e à aprendizagem por competências e habilidades, assim como preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Dessa maneira, o foco da bimestralização e, consequentemente, deste material na forma de recurso didático bimestralizado é a proposição de atividades que contribuam com o planejamento docente, oferecendo alternativas e sugestões de abordagens integradoras de diferentes objetos de conhecimento da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Assim, ao longo do processo, esperamos que nossos(as) estudantes possam desenvolver habilidades e competências relacionadas à compreensão

de fenômenos complexos do cotidiano que requerem conhecimentos interdisciplinares, ou seja, não compartimentalizados nem tomados como exclusivos de determinado campo do conhecimento.

## CAPÍTULO 01 – MOMENTO 01- CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

### COMPONENTE CURRICULAR

#### BIOLOGIA

#### COMPETÊNCIA ESPECÍFICA

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

#### HABILIDADE DA BNCC

**(EM13CNT207)** Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.

#### OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM

**(GO-EMCNT207F)** Analisar a ocorrência da gravidez durante a adolescência, considerando a influência dos contextos (sociais, econômicos, familiares, entre outros), nos quais o(a) adolescente está inserido para desenvolver comportamentos responsáveis no que se refere ao próprio Projeto de Vida.

**(GO-EMCNT207G)** Discutir o uso de métodos contraceptivos, considerando seus tipos, indicações e usos para construir conhecimentos que embase futuras escolhas relacionadas ao desenvolvimento do Projeto de Vida.

**(GO-EMCNT207E)** Identificar infecções que podem ser transmitidas por meio de contato sexual, reconhecendo seus patógenos causadores, suas diversas vias de contágio e seus sintomas para desenvolver ações de prevenção coletiva, de prevenção individual e de autocuidado.

#### OBJETOS DE CONHECIMENTO

Gestação, saúde sexual e reprodutiva.

Métodos Contraceptivos.  
Infecções sexualmente transmissíveis (ISTs).  
Saúde sexual e reprodutiva.  
Prevenção de ISTs.

#### **DESCRITORES SAEB/SAEGO**

Reconhecer diferentes tecnologias utilizadas na área da saúde e suas implicações. (308)

### **MOMENTO 01 – BIOLOGIA**

**Recomposição: Inserção Curricular**



#### **CONCEITO**

#### **ATENÇÃO!**

#### **SAÚDE SEXUAL E REPRODUTIVA**

Com o passar dos anos, as tecnologias avançaram bastante e isso tem ajudado a área da saúde em suas várias vertentes, promovendo o tratamento de doenças diversas e melhorando a qualidade de vida das pessoas, inclusive dos animais. Assista ao vídeo disponível no *link* a seguir.



#### **AULA COM RECURSOS**

#### **AUDIOVISUAIS**

Singularizando. Como funciona a ressonância magnética. Vídeo *online* no Youtube. Publicação em 02 dez. 2019. Disponível em: <http://gg.gg/12dzss>. Acesso em: 22 set. 2022.

A seguir, desenvolva as propostas:

- faça, em um breve texto, uma relação entre as épocas comentadas no vídeo e as pesquisas feitas pelos diferentes pesquisadores.
- Indique, de acordo com sua compreensão, quais áreas do conhecimento foram envolvidas para que essas pesquisas e tecnologias fossem desenvolvidas.
- Escolha qualquer uma das doenças citadas no vídeo e discorra sobre como seu

tratamento pode ser feito usando as tecnologias disponíveis.

### **MOMENTO 02 – BIOLOGIA**

**Recomposição: Nivelamento**



#### **AULA COM RECURSOS**

#### **AUDIOVISUAIS**

O uso de aplicativos para facilitar e aumentar a eficiência das atividades diárias é uma realidade há anos e a tendência é crescer muito mais. Assista ao vídeo disponível no *link* a seguir.

Canal Futura. Saúde e Tecnologia | Saúde à vontade. Vídeo *online* no Youtube. Publicado em: 13 abr. 2016. Disponível em <http://gg.gg/12dzut>. Acesso em: 22 set. 2022.

Perceba a amplitude de aplicações práticas dessas tecnologias na melhoria da qualidade de vida. Pesquise aplicativos voltados para esses objetivos, escolha um desses aplicativos e sugira o seu uso, embasando sua argumentação nas possíveis consequências do uso correto do aplicativo escolhido.



#### **SUGESTÃO DE PESQUISA**

#### **PESQUISA 01 –**

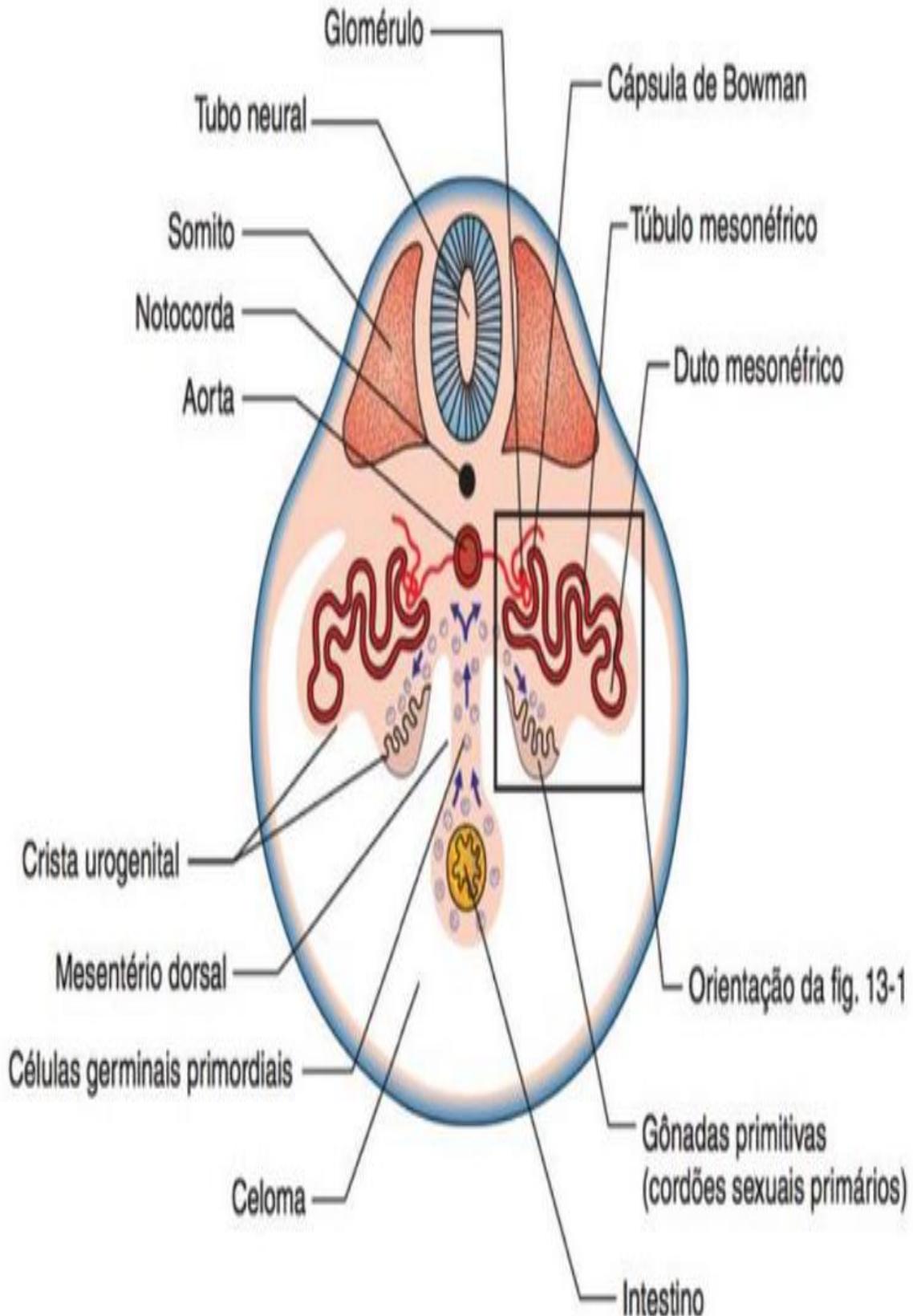
Pesquisa sobre o uso de aplicativos voltados ao bem-estar e à saúde.

- Faça um levantamento dos principais aplicativos voltados para o tema acima, disponíveis para baixar em celular.
- Faça uma avaliação dos aplicativos e escolha um para testar.
- Faça uso do aplicativo por alguns dias.
- Apresente os dados coletados pelo aplicativo.
- Julgue a aplicabilidade do aplicativo.



pênis, dos dutos e glândulas do sistema reprodutor masculino e inibe o desenvolvimento dos esboços de glândula mamária.

Na 4ª semana do desenvolvimento, no saco vitelino, células germinativas primitivas diferenciam-se a partir de células da endoderme...

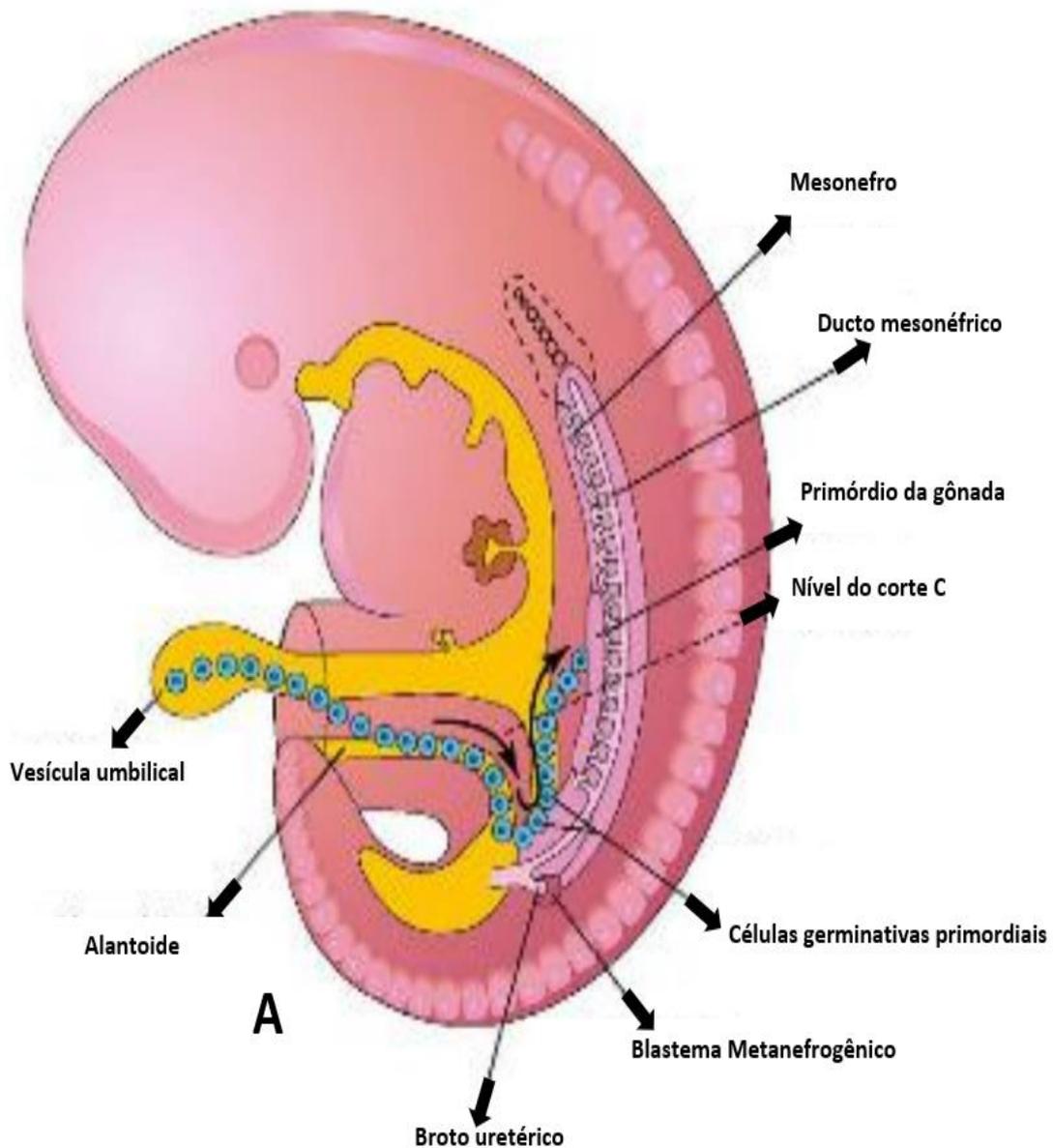


... O primeiro indício de desenvolvimento das gônadas é percebido durante a 5ª semana, quando aparece um espessamento do epitélio do celoma que reveste a crista urogenital.

Esse epitélio desenvolve-se e penetra no mesênquima subjacente e isso gera os cordões sexuais primários. Adentrando na sexta semana, as células germinativas primitivas alcançam a crista urogenital e incorporam-se a estes cordões.

Segue um esquema representativo do desenvolvimento do sistema reprodutor primitivo em embrião humano com 5 semanas de desenvolvimento.

Não são percebidas evidências morfológicas da diferenciação sexual até a 7ª semana do desenvolvimento. Neste momento as gônadas começam a adquirir características histológicas correspondentes ao sexo cromossômico. É assim que ocorre a definição do chamado sexo gonadal. A expressão genética do cromossomo Y provoca a diferenciação da gônada indiferente e os cordões sexuais primários se transformam em cordões seminíferos, sólidos até a puberdade. Assim, ocorre a formação da cavidade dos túbulos seminíferos.



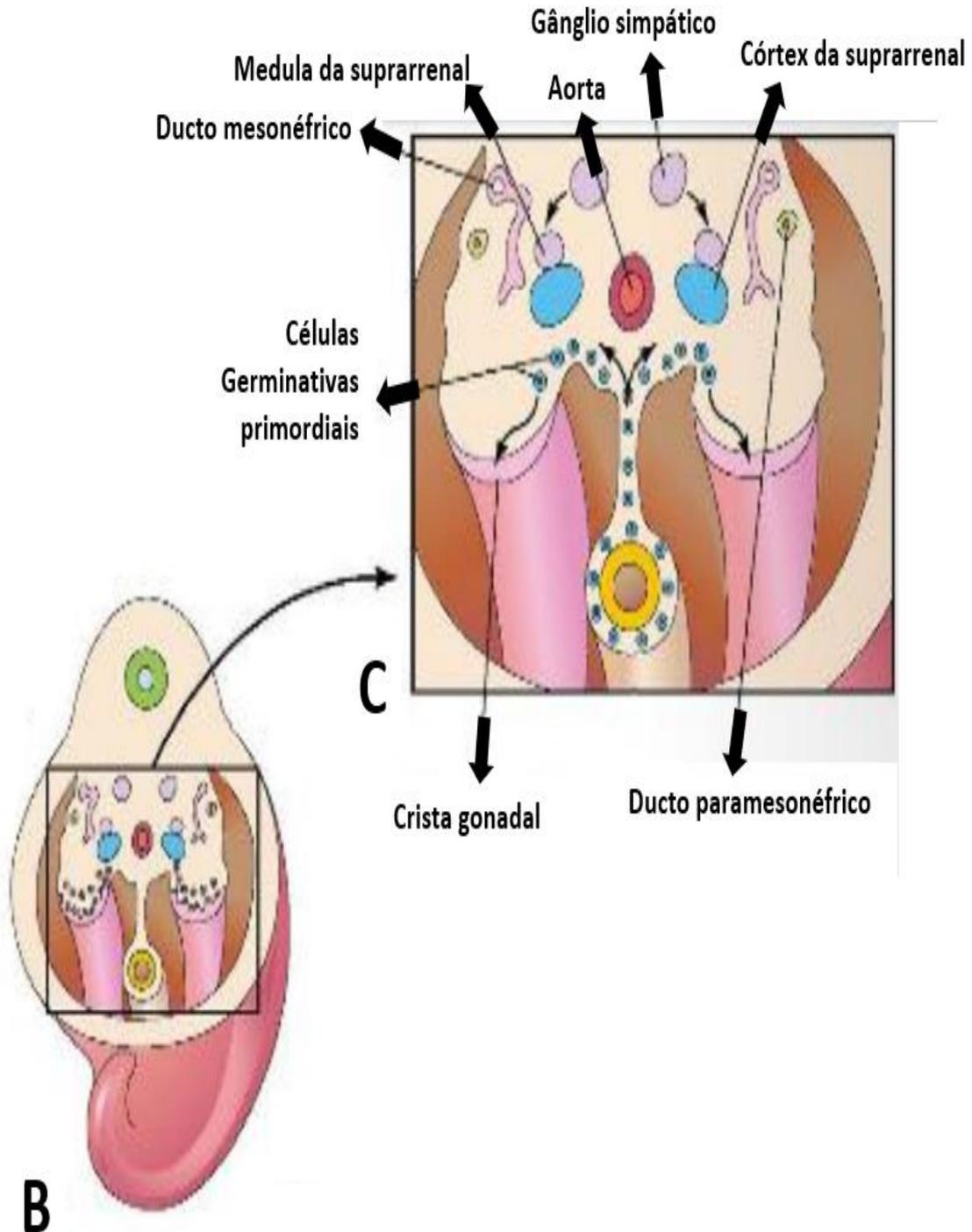
Na falta de cromossomos Y a ausência de HAM induz a diferenciação da gônada indiferente em ovário, ou seja, a presença ou a ausência do cromossomo Y é o que determina o tipo de gônada do embrião em desenvolvimento.

A ativação hormonal das gônadas determina o tipo de diferenciação sexual dos dutos acessórios e dos genitais externos,

bem como dos caracteres sexuais secundários (distribuição do pelo e do panículo adiposo, timbre de voz etc.).

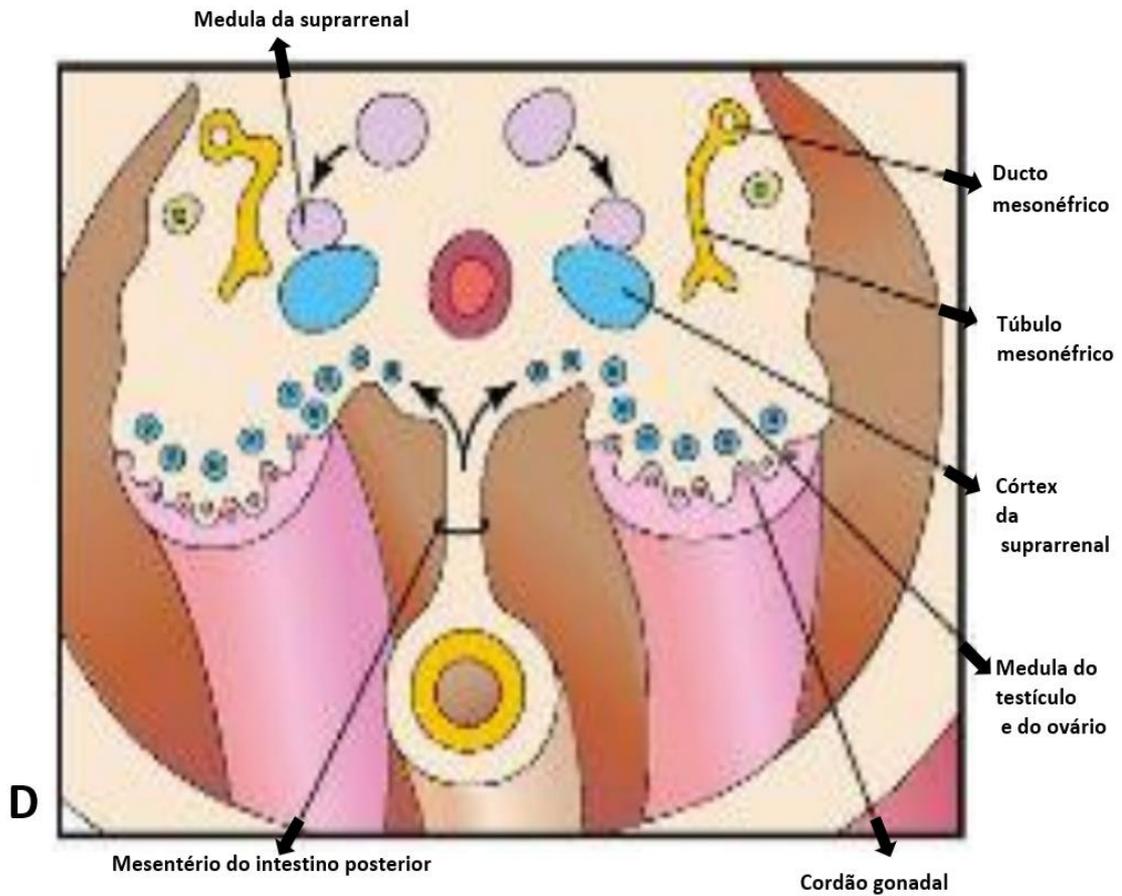
**A** - Esquema de um embrião de 5 semanas de desenvolvimento.

**B** - Esquema tridimensional da região caudal de um embrião de 5 semanas de desenvolvimento.

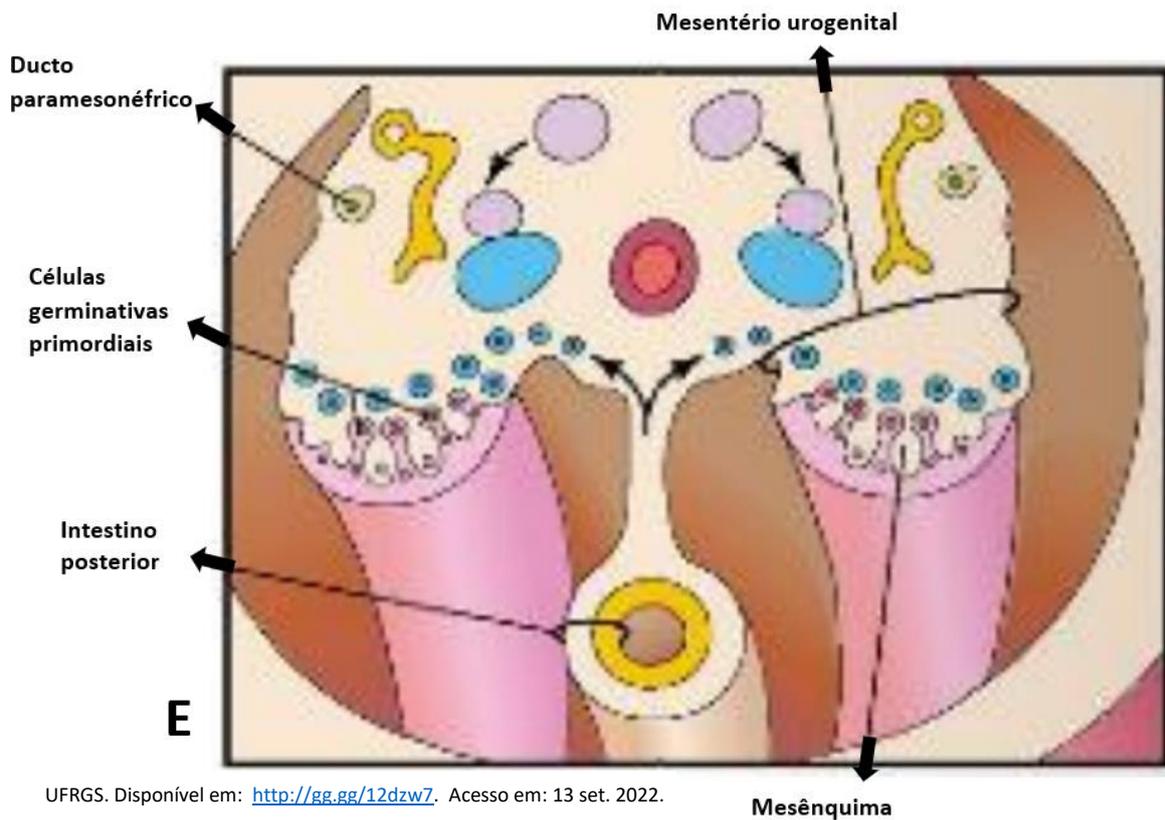


C - Corte transversal mostrando o primórdio das glândulas suprarrenais.

D – Corte transversal de um embrião de 6 semanas.



UFRGS. Disponível em: <http://gg.gg/12dzw7>. Acesso em: 13 set. 2022.



UFRGS. Disponível em: <http://gg.gg/12dzw7>. Acesso em: 13 set. 2022.

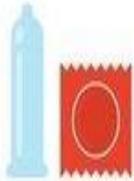


## Métodos contraceptivos eficazes e ineficazes

# MÉTODOS CONTRACEPTIVOS



## Métodos eficazes



Camisinha



DIU



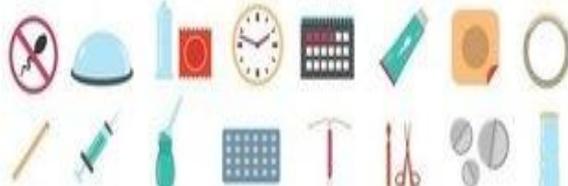
Espermicida



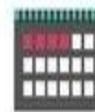
Esterilização



Hormonal



## Métodos ineficazes



Tabelinha



Emergencial



Coito  
interrompido



Abstinência é a escolha de não praticar sexo. Este método é 100% eficiente para evitar a gravidez e doenças sexualmente transmissíveis, contanto que todo contato sexual seja evitado, isso inclui sexo vaginal, oral e anal.

#### **Amenorreia da Lactação (LAM)**

O Método de Amenorreia Lactacional é um método contraceptivo que é baseado na infertilidade natural que ocorre após o parto, quando uma mulher está amenorreica e amamentando.

#### **Barreira**

Os contraceptivos de barreira impedem a entrada do espermatozoide no útero. Eles incluem preservativo, diafragma, capuz cervical e esponja contraceptiva. Alguns preservativos contêm espermicidas. Os espermicidas devem ser utilizados com os preservativos e outros contraceptivos de barreira que não os contenham.

#### **Hormonais**

Os contraceptivos hormonais são métodos para prevenção da gravidez à base de formas sintéticas de hormônios femininos: o estrogênio e a progesterona. Alguns desses métodos combinam os dois hormônios, enquanto outros têm apenas progesterona.

#### **Dispositivo Intrauterino (DIU)**

O principal efeito contraceptivo ocorre pela alteração na receptividade do endométrio. O DIU hormonal também atua reduzindo as ovulações e espessando o muco do colo do útero de modo a formar uma espécie de tampão que impede ou dificulta a passagem dos espermatozoides.

#### **Cirúrgicos ou Definitivos Anticoncepção de Emergência**

A laqueadura de trompas e a vasectomia são métodos contraceptivos cirúrgicos que impedem definitivamente o contato de espermatozoides e óvulo. A laqueadura, ou ligadura, consiste no corte das tubas uterinas, também conhecidas como trompas uterinas.

#### **Infecções sexualmente transmissíveis (ISTs)**

As Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST) são causadas por vírus, bactérias ou outros patógenos. Elas são transmitidas, principalmente, por meio do contato sexual (oral, vaginal, anal) sem o uso de camisinha masculina ou feminina, com uma pessoa que esteja infectada. Pode ocorrer a transmissão de mãe para filho. Deve-se sempre lembrar que em casos de confirmação de ISTs todos os parceiros sexuais devem ser avisados imediatamente, assim, todos podem procurar o tratamento correto o quanto antes.

#### **ISTs, comportamentos e gravidade das doenças**

Cada doença tem sua dinâmica de desenvolvimento e os níveis de gravidade são variados. Algumas não são graves, causando apenas pequenos incômodos, mas outras são bastante graves, algumas delas, incuráveis. Quando não diagnosticadas e tratadas a tempo, podem levar a pessoa portadora a ter complicações graves e até à morte. Algumas DSTs, quando acometem gestantes, podem provocar o abortamento ou o nascimento com graves malformações. Algumas consequências das ISTs são esterilidade, inflamação nos órgãos genitais do homem, podendo causar impotência, inflamação no útero, nas trompas e ovários, podendo complicar para uma infecção em todo o corpo, o que pode causar a morte, mais chances de ter câncer no colo do útero e no pênis, nascimento de bebês prematuros ou com má formação no corpo, morte na barriga da mãe ou depois do nascimento.

#### **ISTs mais comuns**

#### **Vírus do papiloma humano HPV**



Dr. Leandro Machado. Disponível em: [encurtador.com.br/ajuyX](http://encurtador.com.br/ajuyX). Acesso em: 13 set. 2022.

Infecção que causa verrugas em diversas partes do corpo, dependendo do

tipo do vírus. Propaga-se por contato sexual, alguns tipos podem ser evitados por vacinas, o tratamento pode ajudar, mas essa doença não tem cura. Muitas pessoas com HPV não desenvolvem nenhum sintoma, mas ainda podem infectar outros indivíduos pelo contato sexual.

### Herpes genital



Wikipedia. Disponível em [encurtador.com.br/mxI01](https://encurtador.com.br/mxI01). Acesso em: 13 set. 2022.

Infecção comum sexualmente transmissível, caracterizada por dor e feridas genitais. Propaga-se por contato sexual, o tratamento pode ajudar, mas essa doença não tem cura. Geralmente, a doença identificada pela própria pessoa. Os sintomas são dor, coceira e pequenas feridas que podem ocorrer no primeiro momento, formam úlceras e crostas.

### Clamídia



Sanar. Disponível em [encurtador.com.br/defn6](https://encurtador.com.br/defn6). Acesso em: 13 set. 2022.

É uma doença comum e causada pela bactéria. Pode não apresentar

sintomas. É uma doença propagada por contato sexual. É necessário haver diagnóstico médico e o tratamento costuma ser em curto prazo. Muitas pessoas com clamídia, mesmo sem apresentar sintomas, podem infectar outros indivíduos por contato sexual. Os sintomas incluem dor genital e secreção pela vagina ou pênis.

### Gonorreia



MediQuo. Disponível em [encurtador.com.br/dwKM7](https://encurtador.com.br/dwKM7). Acesso em: 13 set. 2022.

Infecção bacteriana sexualmente transmissível que, se não for tratada, pode causar infertilidade. Os sintomas incluem dor ao urinar e secreção anormal do pênis ou da vagina. Os homens podem sentir dor testicular e as mulheres, dor pélvica. Em alguns casos, a gonorreia não tem sintomas. Geralmente, o tratamento é a curto prazo, durando dias ou semanas. Requer diagnóstico médico.

### AIDS



Segredos do Mundo. Disponível em [encurtador.com.br/ertUW](https://encurtador.com.br/ertUW). Acesso em: 13 set. 2022.

É causada pelo vírus HIV, que interfere na capacidade do organismo de

combater infecções. O vírus pode ser transmitido pelo contato com sangue, sêmen ou fluidos vaginais infectados. Algumas semanas depois da infecção pelo HIV podem ocorrer sintomas semelhantes aos da gripe, como febre, dor de garganta e fadiga. A doença costuma ser assintomática até evoluir para Aids. Os sintomas da Aids incluem perda de peso, febre, fadiga e infecções recorrentes. Apesar de alguns casos no mundo terem apresentado cura, são casos isolados, portanto, a doença é considerada incurável. O tratamento deve ser constante.

### Sífilis



Eu Médico Residente. Disponível em [encurtador.com.br/oBY36](http://encurtador.com.br/oBY36). Acesso em: 13 set. 2022.

Infecção bacteriana geralmente transmitida pelo contato sexual que começa como uma ferida indolor. O primeiro estágio envolve uma ferida indolor na genitália, no reto ou na boca. Após a cura da ferida inicial, a segunda fase é caracterizada por uma erupção cutânea. Depois, não há sintomas até a fase final, que pode ocorrer anos mais tarde. Essa fase final pode resultar em danos para cérebro, nervos, olhos ou coração. O tratamento é em curto prazo, durando dias ou semanas e requer diagnóstico médico.



### MOMENTO ENEM

#### QUESTÃO 01 – (ENEM/2010-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, cerca de 11% das crianças nascidas no

mundo são resultado de uma gravidez na adolescência. Esse problema é extremamente grave, uma vez que a gravidez em mulheres com idade entre 10 e 19 anos pode trazer danos à saúde. Entre as alternativas abaixo, marque a única que se refere a uma ação que não é adequada na luta pela diminuição do número de adolescentes grávidas.

- (A) Campanhas informativas sobre os riscos da gravidez na adolescência.
- (B) Abordagem do tema “gravidez na adolescência” em sala de aula.
- (C) Distribuição gratuita de métodos contraceptivos.
- (D) Campanhas educativas sobre a relação entre drogas, álcool e o comportamento de risco.
- (E) Campanhas educativas sobre métodos contraceptivos voltadas exclusivamente para mulheres.

#### QUESTÃO 02 – (ENEM/2013-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

A gravidez na adolescência não é um processo fácil, sendo geralmente marcado por problemas de saúde, psicológicos e até mesmo de ordem econômica. Levando em consideração o foco da saúde, analise as alternativas a seguir e marque a INCORRETA.

- (A) Adolescentes com menos de 15 anos possuem maiores chances de óbito na gestação ou parto do que mulheres acima dos 20 anos.
- (B) Adolescentes possuem maiores chances de terem bebês com baixo peso.
- (C) Adolescentes possuem maiores chances de terem partos prematuros.
- (D) Crianças nascidas de mães adolescentes correm menos riscos de morrer logo após o parto.
- (E) Crianças nascidas de mães adolescentes correm mais riscos de morrer logo após o parto.

#### QUESTÃO 03 – (ENEM/2015-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

A gravidez na adolescência pode estar relacionada com diferentes contextos de vida, desde pouca informação a respeito de prevenção até problemas de estrutura familiar. No que diz respeito à família, qual das alternativas abaixo reflete uma atitude que produz pouco resultado na diminuição dos casos de gravidez na adolescência?

- (A) A família deve informar sobre a importância do sexo seguro, com uso de preservativo.
- (B) A família deve estar aberta ao diálogo, permitindo sempre que os filhos tirem suas dúvidas a respeito da sexualidade.
- (C) A família deve orientar seus filhos sobre os riscos de uma gravidez indesejada.
- (D) A família deve informar aos filhos que as informações sobre sexualidade devem ser obtidas exclusivamente na escola.
- (E) A família deve estar sempre presente na vida dos filhos, ensinando e orientando os adolescentes.

**QUESTÃO 04 – (ENEM/2016-Adaptada)**  
Leia o texto a seguir.

A Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS) é a manifestação clínica da infecção pelo vírus HIV, que leva, em média, oito anos para se manifestar. No Brasil, desde a identificação do primeiro caso de AIDS em 1980 até junho de 2007, já foram identificados cerca de 474 mil casos da doença. O país acumulou, aproximadamente, 192 mil óbitos devido à AIDS até junho de 2006, sendo as taxas de mortalidade crescentes até meados da década de 1990 e estabilizando-se em cerca de 11 mil óbitos anuais desde 1998. [...] A partir do ano 2000, essa taxa se estabilizou em cerca de 6,4 óbitos por 100 mil habitantes, sendo esta estabilização mais evidente em São Paulo e no Distrito Federal.

Disponível em: <http://www.aids.gov.br>. Acesso em: 01 maio 2009 (adaptado).

A redução nas taxas de mortalidade devido à AIDS a partir da década de 1990 é decorrente

- (A) do aumento do uso de preservativos nas relações sexuais, que torna o vírus HIV menos letal.
- (B) da melhoria das condições alimentares dos soropositivos, a qual fortalece o sistema imunológico deles.
- (C) do desenvolvimento de drogas que permitem diferentes formas de ação contra o vírus HIV.
- (D) das melhorias sanitárias implementadas nos últimos 30 anos, principalmente nas grandes capitais.
- (E) das campanhas que estimulam a vacinação contra o vírus e a busca pelos serviços de saúde.



## REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, M.; CASTRO, M. G.; SILVA, L. B. da. (org.). **Juventudes e sexualidade**. Brasília: Unesco Brasil, 2004. Disponível em: <http://gg.gg/12fxpo>. Acesso em: 20 ago. 2022.

AQUINO, E. M. L. *et al.* Gravidez na adolescência: a heterogeneidade revelada. *In*: HEILBORN, M. L. *et al.* (orgs). **O aprendizado da sexualidade**: reprodução e trajetórias sociais de jovens brasileiros. Rio de Janeiro: Garamond; Fiocruz, 2006.

ARIÉS, P. **História social da criança e da família**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1978.

BADINTER, E. **Um amor conquistado**: o mito do amor materno. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

BEMFAM. **Pesquisa Nacional sobre Saúde Reprodutiva e Sexualidade do Jovem 1989-1990**. Rio de Janeiro: Bemfam, 1992.

BEMFAM. **Adolescentes, jovens e a pesquisa nacional sobre demografia e saúde**: um estudo sobre fecundidade, comportamento sexual e saúde reprodutiva. Rio de Janeiro: BENFAM, 1999.  
BENJAMIM, W. **Reflexões sobre a criança, o brinqueado e a educação**. São Paulo: Editora 34, 2002.

BENJAMIM, W. Experiência e pobreza. *In*: BENJAMIM, W. **Obras Escolhidas I: Magia e técnica, arte e política**. São Paulo: Brasiliense, 1994.

BENJAMIM, W. **Obras Escolhidas III**: Charles Boudelaire – Um lírico no auge do capitalismo. São Paulo: Brasiliense, 1991.

BERQUÓ, E.; CAVENAGHI, S. Mapeamento sócio-econômico e demográfico dos regimes de fecundidade no Brasil e sua variação entre 1991 e 2000. *In*: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 14., 2004, Caxambu. **Anais** [...]. Caxambu: ABEP, de 20 a 24 de setembro de 2004.

BOZON, M. HEILBORN, M. L. Iniciação à sexualidade: modos de socialização, interação de gênero e trajetórias individuais. *In*: HEILBORN, M. L. et al. (orgs). **O aprendizado da sexualidade: reprodução e trajetórias sociais de jovens brasileiros**. Rio de Janeiro: Garamond; Fiocruz, 2006.

BRANDÃO, E. R. Iniciação sexual e afetiva: exercício da autonomia juvenil. *In*: HEILBORN, M.L. (org.). **Família e sexualidade**. Rio de Janeiro: FGV, 2004.

## CAPÍTULO 02 – MOMENTO 01- CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

### COMPONENTE CURRICULAR

#### BIOLOGIA

#### COMPETÊNCIA ESPECÍFICA

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

#### HABILIDADE DA BNCC

**(EM13CNT207)** Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.

#### OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM

**(GO-EMCNT207D)** Descrever a organização e o funcionamento do sistema reprodutor feminino e masculino, analisando os fundamentos da reprodução humana para promover ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.

#### OBJETOS DE CONHECIMENTO

Sistemas reprodutores feminino e masculino.

### MOMENTO 01 - BIOLOGIA

#### Imersão Curricular



#### PROCEDIMENTOS

#### ATENÇÃO!

#### SE HÁ VIDA, HOUVE REPRODUÇÃO!

O estudo dos órgãos que compõem os sistemas reprodutores humanos é importante tanto para a compreensão deste processo fisiológico quanto para o entendimento de questões mais complexas de ordem psicológica. O amadurecimento dos sistemas reprodutores humanos implica mudanças físicas e comportamentais gradativas que envolvem processos hormonais importantes que também precisam ser compreendidos para que seja possível agir em prol da manutenção da saúde do indivíduo e comunidade.

O assunto deste capítulo é de interesse de todos aqueles que compreendem que o desenvolvimento físico, psicoemocional e social se relacionam de maneira a garantir a promoção do bem-estar de pessoas de todas as idades, mas, principalmente, dos jovens, cujas mudanças corporais, hormonais e comportamentais afetam diretamente sua autoestima e visão de mundo, impactando em suas vivências e expondo suas vulnerabilidades.

Antes de adentrarmos neste assunto, primeiramente vamos aprender sobre os conceitos básicos relacionados aos processos pertencentes aos sistemas reprodutores masculino e feminino, bem

como suas relações com os demais sistemas que compõem o organismo humano.



### CONCEITO

#### O QUE SÃO SISTEMAS REPRODUTORES FEMININO E MASCULINO, AFINAL?

Sistema reprodutor, também denominado sistema genital ou aparelho reprodutor, é um conjunto de órgãos em um organismo que trabalham em conjunto para promover a reprodução.



### GLOSSÁRIO

**Gônada:** denominação dada a cada uma das glândulas sexuais (ovário e testículo) responsáveis pela produção de gametas (óvulos e espermatozoides).

MICHAELIS. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa.** São Paulo: Melhoramentos, c2022. Disponível em: [encurtador.com.br/fwz56](http://encurtador.com.br/fwz56). Acesso em: 13 set. 2022.

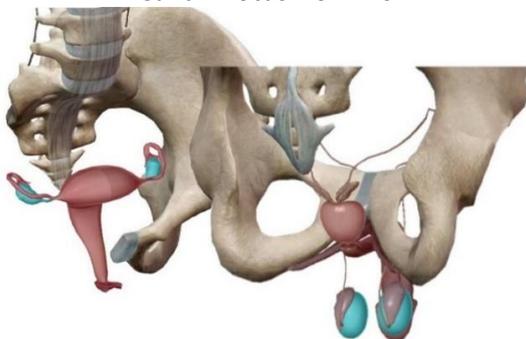


### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

#### INTRODUTÓRIA

##### Representação das gônadas masculina e feminina

Canal Motus Hominis



Canal Motus Hominis. Disponível em: [encurtador.com.br/aszGH](http://encurtador.com.br/aszGH). Acesso em: 13 set. 2022.

#### ATIVIDADE INTEGRADORA 01 –

Quais estruturas relacionadas à reprodução você consegue identificar na imagem?

---

---

---

---

#### ATIVIDADE INTEGRADORA 02 –

Quais dessas estruturas são masculinas?

---

---

---

#### ATIVIDADE INTEGRADORA 03 –

Quais dessas estruturas são femininas?

---

---

---

### MOMENTO 02 - BIOLOGIA

Recomposição: Inserção Curricular



### PROCEDIMENTOS

#### ATENÇÃO!

As propostas de textos e atividades, a seguir, convergem para um mesmo objetivo: proporcionar aos(as) professores(as) ferramentas didáticas para identificarem as fragilidades na aprendizagem de estudantes, possibilitando a retomada de conhecimentos que são pré-requisitos para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa ao longo do processo. Assim, espera-se que, mais adiante, seja possível o alcance de um nivelamento na aprendizagem dos(as) estudantes em cada turma e em cada escola, considerando-se tanto os contextos quanto as realidades em que estas se encontram.



### SAIBA MAIS

Leia o texto, a seguir, retirado de uma publicação feita pelo Jornal da USP, que traz evidências de que o Corona Vírus afeta o sistema reprodutor masculino.

**“Coronavírus pode afetar o sistema reprodutivo masculino.**

*Já existem evidências de que o vírus afeta a produção de hormônios e a qualidade de espermatozoides, diz o pesquisador Jorge Hallak.*

“Desde o início da pandemia, estudos têm indicado que homens são afetados mais gravemente pelo novo coronavírus do que mulheres. Para explicar mais sobre o assunto e trazer novas descobertas sobre o impacto da infecção do sars-cov-2 no sistema reprodutivo e sexual masculino, o professor Jorge Hallak, da Faculdade de Medicina (FMUSP) e do Grupo de Estudo em Saúde Masculina do Instituto de Estudos Avançados (IEA), conversou com o Jornal da USP no Ar.

Outras doenças virais, como a caxumba e o zika vírus, causam impactos significativos na saúde reprodutiva e sexual, principalmente de homens. E, segundo evidências científicas recentes, o novo coronavírus também entrará nessa lista. Na pesquisa realizada na FMUSP, foram avaliados pacientes na fase aguda da doença, com objetivo de tentar identificar o vírus no sêmen ejaculado. Hallak conta que esse processo não é tão simples, uma vez que os doentes sofrem com cansaço, tornando difícil garantir a amostra necessária via masturbação.

Apesar disso, a perspectiva é positiva, pois os resultados da pesquisa brasileira se assemelham com estudos internacionais realizados em países como a China. O professor conta que uma das evidências obtidas é a de que o sars-cov-2 tem uma estrutura que afeta o testículo e o epidídimo (ducto que coleta e armazena os espermatozoides): “Nesse contexto, identificamos por ultrassom que uma porcentagem significativa de contaminados pelo sars-cov-2 assintomáticos tiveram uma inflamação importante no epidídimo, diferente das infecções bacterianas. Também vimos alterações das funções dos espermatozoides de maneira moderada, inclusive na qualidade deles, mas ainda não existe evidência de que o vírus possa deixar o indivíduo infértil”.

Por meio de análises e testes, os pesquisadores também conseguiram

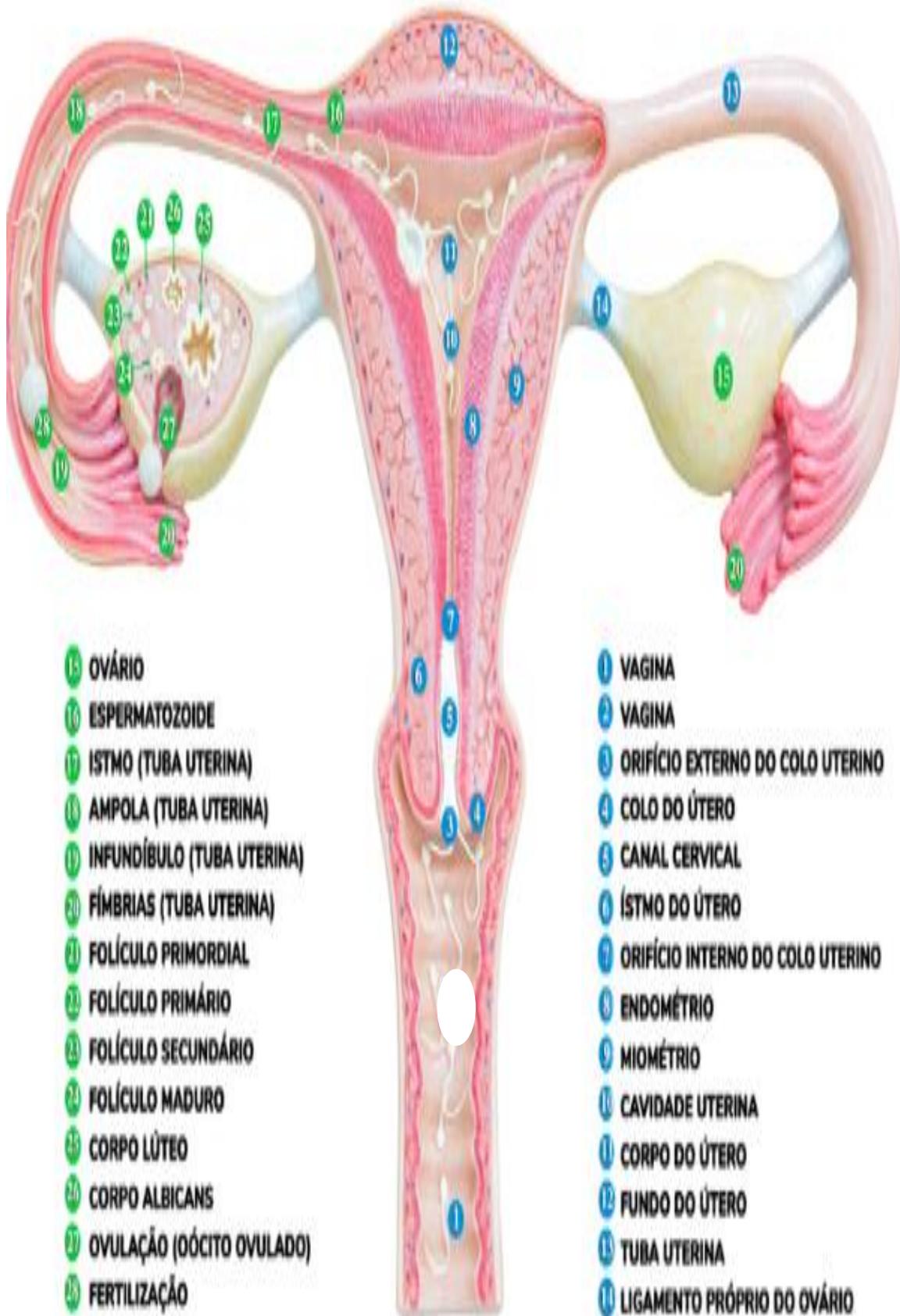
verificar que o vírus pode afetar ainda mais as células responsáveis por produzir hormônios (como a testosterona) nos testículos, causando uma disfunção na quantidade deles no sangue. Já se sabe que esse é um efeito transitório e recuperável, mas ainda não foi descoberto o período necessário para que isso seja normalizado. O que se sabe até o momento é que “o vírus tem uma predileção pelo sistema reprodutivo masculino”, de acordo com Hallak. Uma possível explicação é a quantidade de receptores do órgão: depois do pulmão, que é o mais afetado pela síndrome, pois a infecção ocorre por via aérea, os órgãos com mais receptores são os testículos e o rim vem em terceiro lugar. Por isso, “as evidências mostram que a proporção de infecção é a mesma para homens e mulheres, só que a gravidade é 50% maior em indivíduos do sexo masculino. Isso se deve a componentes biológicos e não necessariamente socioambientais”, explica o professor.”

JORNAL DA USP NO AR. **Coronavírus pode afetar o sistema reprodutivo masculino.** Jornal da USP, 11 nov. 2020. Disponível em: [encurtador.com.br/hkuzQ](https://www.jornal.usp.br/hkuzQ). Acesso em: 13 set 2022.

## **SISTEMA REPRODUTOR FEMININO**

O aparelho genital feminino é formado por órgãos genitais internos e externos. Internamente, os órgãos são: vagina, ovários, tubas uterinas e útero. Os órgãos externos são: monte púbico e vulva (que engloba os grandes lábios, os pequenos lábios e o clitóris).

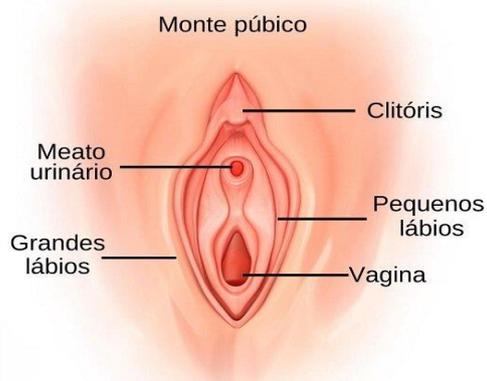
Esquema das estruturas internas do aparelho reprodutor feminino



- 15 OVÁRIO
- 16 ESPERMATOZOIDE
- 17 ISTMO (TUBA UTERINA)
- 18 AMPOLA (TUBA UTERINA)
- 19 INFUNDÍBULO (TUBA UTERINA)
- 20 FÍMBRIAS (TUBA UTERINA)
- 21 FOLÍCULO PRIMORDIAL
- 22 FOLÍCULO PRIMÁRIO
- 23 FOLÍCULO SECUNDÁRIO
- 24 FOLÍCULO MADURO
- 25 CORPO LÚTEO
- 26 CORPO ALBICANS
- 27 OVULAÇÃO (OÓCITO OVULADO)
- 28 FERTILIZAÇÃO

- 1 VAGINA
- 2 VAGINA
- 3 ORIFÍCIO EXTERNO DO COLO UTERINO
- 4 COLO DO ÚTERO
- 5 CANAL CERVICAL
- 6 ÍSTMO DO ÚTERO
- 7 ORIFÍCIO INTERNO DO COLO UTERINO
- 8 ENDOMÉTRIO
- 9 MIOMÉTRIO
- 10 CAVIDADE UTERINA
- 11 CORPO DO ÚTERO
- 12 FUNDO DO ÚTERO
- 13 TUBA UTERINA
- 14 LIGAMENTO PRÓPRIO DO OVÁRIO

### Esquema das estruturas externas do aparelho reprodutor feminino



Curso Enem Gratuito. Disponível em: [encurtador.com.br/dSZ19](http://encurtador.com.br/dSZ19). Acesso em: 16 set. 2022.

### Estruturas e funções do aparelho reprodutor feminino

- **Vulva:** presente na região baixa do ventre, entre as coxas. Formada pelos lábios maiores, lábios menores, vestibulo vaginal e clitóris.
- **Lábios maiores:** duas dobras grossas de pele que se estendem paralelamente desde a região inferior do púbis até perto do ânus.
- **Lábios menores:** duas pregas de pele menores e delicadas, situadas internamente aos lábios maiores. Delimitam a entrada do vestibulo vaginal.
- **Clitóris:** uma área pequena de tecido bastante sensível à estimulação sexual e relacionada ao orgasmo feminino.
- **Vagina:** um tubo de parede fibromusculares com cerca de 10 cm de comprimento, que se estende desde o pudendo feminino à base do útero com o qual se comunica.
- **Útero:** um órgão muscular, oco, de tamanho e forma semelhantes à uma pera. O interior do útero é revestido pelo endométrio, um tecido rico em glândulas, vasos sanguíneos e vasos linfáticos.
- **Tubas uterinas (ou ovidutos):** dois tubos curvos com cerca de 10 cm de comprimento ligados à região superior do útero. A extremidade de cada tuba uterina é alargada e franjada. Ficam próximas aos ovários.
- **Ovários:** estruturas ovoides com cerca de 3 cm de comprimento, localizados na cavidade abdominal, na região das virilhas, também são responsáveis pela produção

regular de hormônios sexuais, em resposta aos hormônios liberados pela hipófise (glândula situada na base do encéfalo).

➤ **Períneo:** situado entre o ânus e o pudendo, na entrada da vagina.

➤ **Mamas:** estruturas formadas por tecido gorduroso e por pequenas glândulas denominadas mamárias. Cada mama tem de 15 a 20 lobos, subdivididos em lóbulos nos quais existem aglomerados de células denominadas alvéolos, capazes de produzir leite. Estes são ligados aos mamilos por ductos, através dos quais o leite passa durante a amamentação.

### PUBERDADE

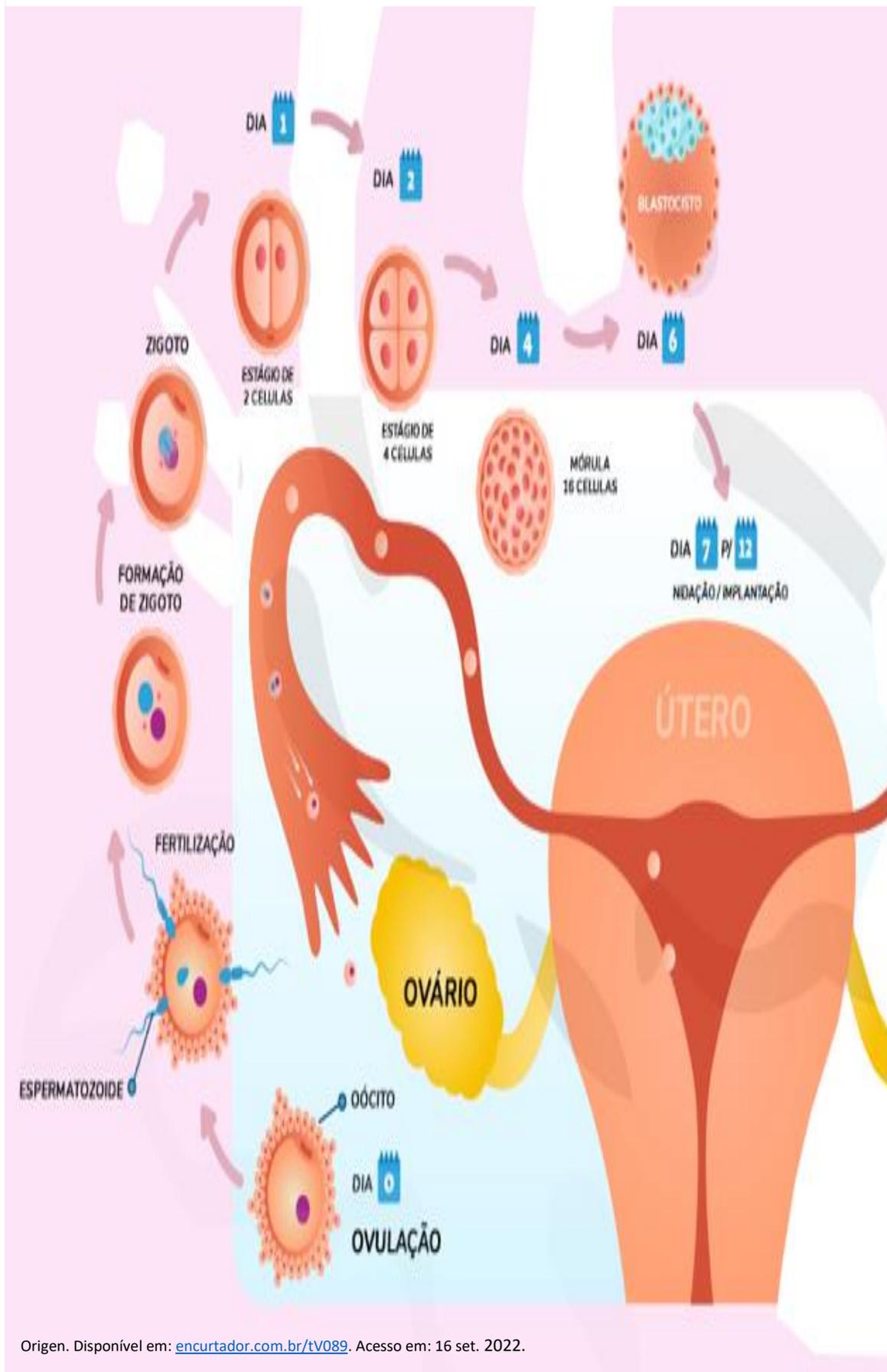
De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a adolescência é o período que faz parte da segunda década de vida (10 a 19 anos). Biologicamente, o início da adolescência é marcado pela puberdade, época em que as meninas apresentam grandes modificações físicas e emocionais.

A puberdade inicia-se mais cedo nas meninas, é nessa época que os órgãos sexuais começam a amadurecer, tornando-se aptos a produzir gametas femininos (óvulos). Nessa fase, aparecem os pelos pubianos, o crescimento da mama, o aumento de peso, alargamento dos quadris e o aparecimento da acne.

### OVULAÇÃO

A Ovulação é o acúmulo de líquido no interior do folículo que acaba por causar sua ruptura e a libertação do ovócito secundário. Na espécie humana, o que chamamos de óvulo é, de fato, um ovócito secundário, cuja meiose somente se completará se houver fecundação. Se o ovócito secundário não for fecundado, ele degenera aproximadamente 24 horas depois de liberado, sem concluir a meiose. Tudo isso é desencadeado pela ação hormonal

## Esquema da Preparação da Ovulação



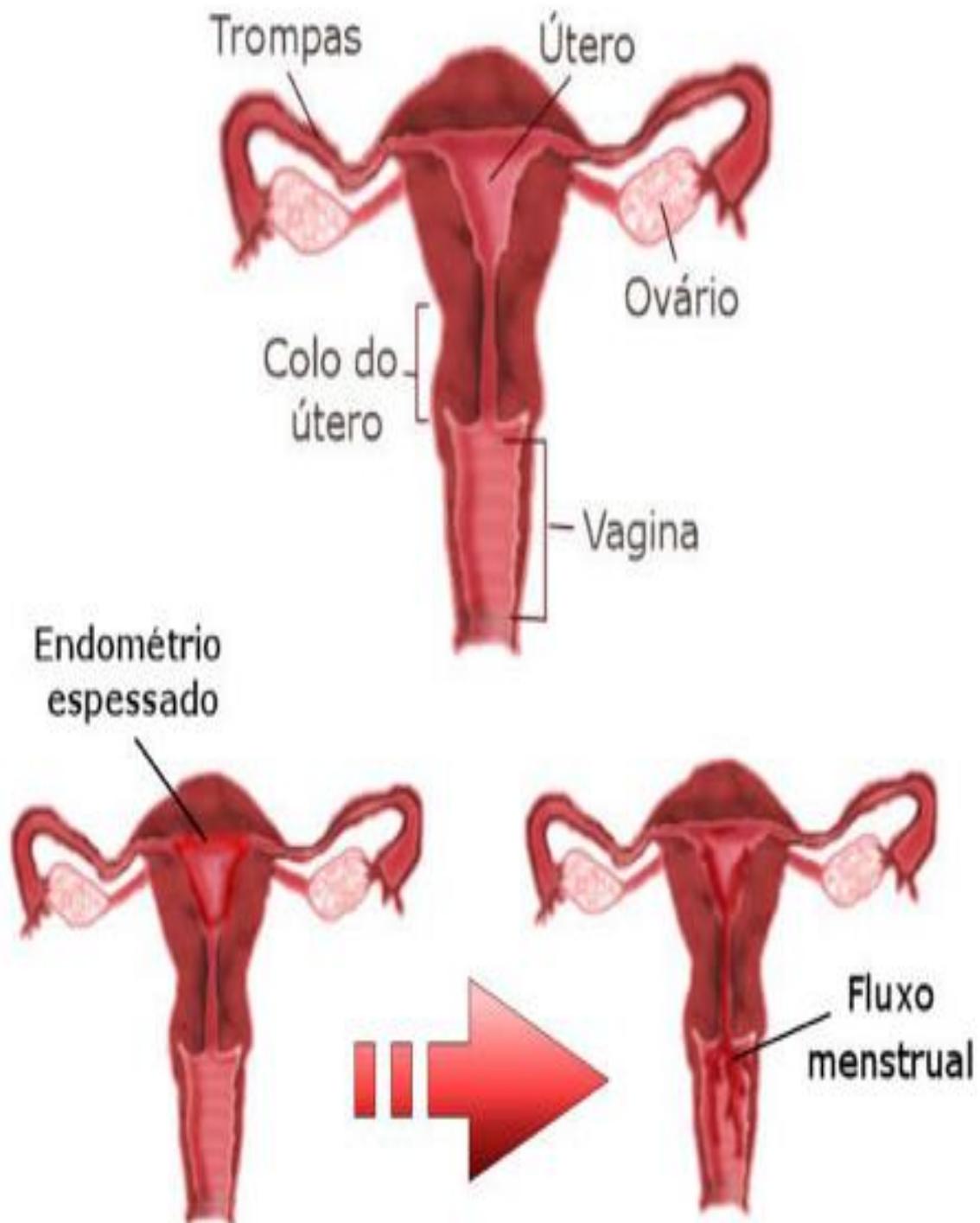
Origen. Disponível em: [encurtador.com.br/tV089](http://encurtador.com.br/tV089). Acesso em: 16 set. 2022.

## MENSTRUAÇÃO

A cada 28 dias, geralmente, o sistema genital feminino sofre modificações que podem ser entendidas como uma “preparação” para uma possível gravidez. Caso não ocorra a gravidez, o endométrio sofre descamação, percebida pelo fluxo menstrual. Algumas mulheres possuem um

ciclo menstrual de 28 dias bastante complexo. Em todo esse processo há participação de 4 hormônios, dois deles produzidos na hipófise: o FSH (hormônio estimulador do folículo) e o LH (hormônio luteinizante); os outros dois, o estrógeno e a progesterona, são produzidos pelos ovários.

Esquema da preparação da ovulação

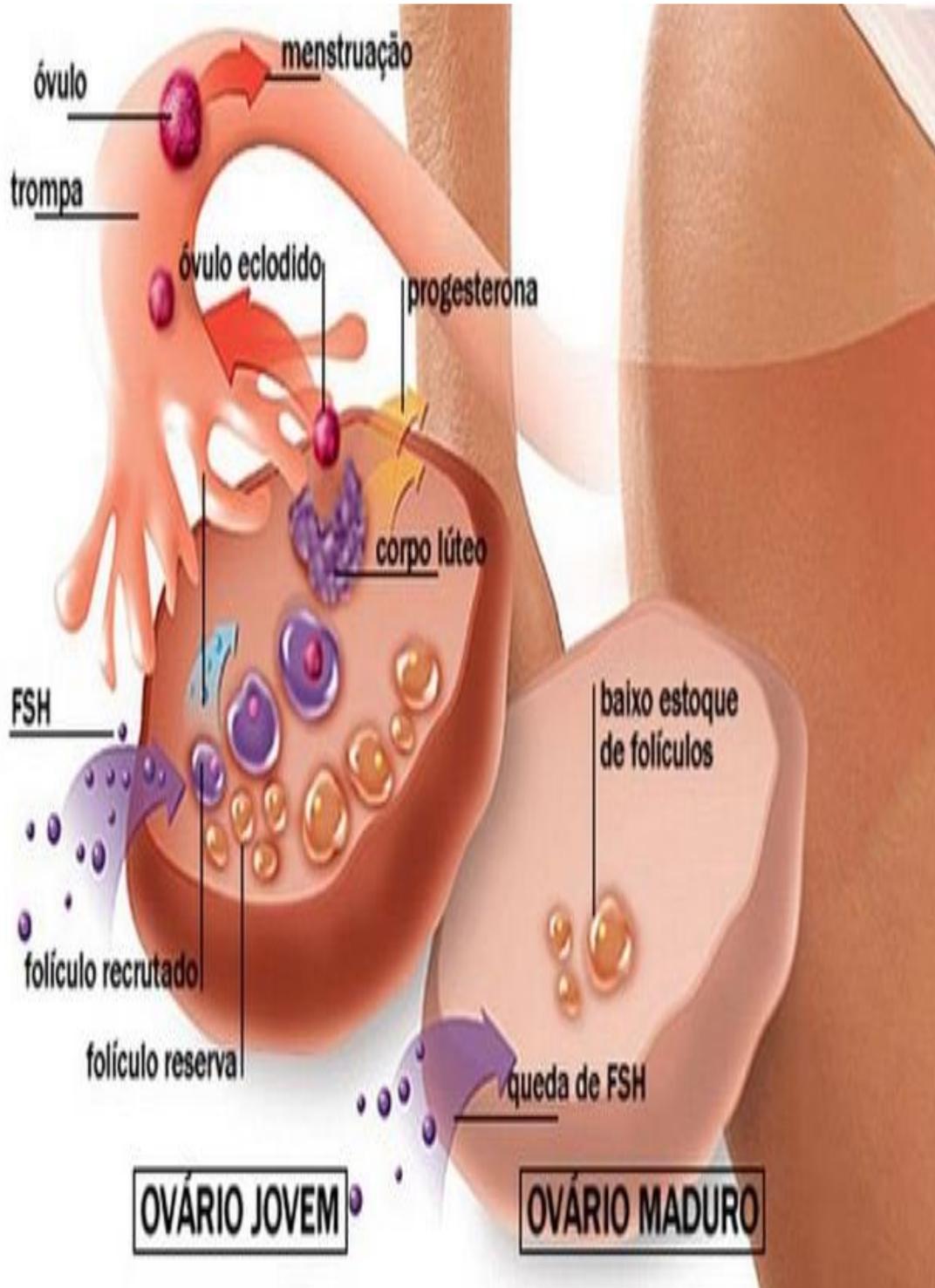


## CLIMATÉRIO

O climatério é consequência de alterações nos níveis dos vários hormônios sexuais femininos. Os ovários produzem menos estrógenos e progesterona, mas a hipófise produz mais o FSH e LH, em uma tentativa infrutífera de estimular a produção de estrogênio e progesterona. Os níveis de

testosterona podem ser mantidos ou diminuídos um pouco. A menarca (primeira menstruação) ocorre em média aos 12 anos de idade e o climatério aproximadamente entre 45 e 55 anos de idade. Podemos calcular quantos ovócitos primários podem amadurecer durante o período fértil da mulher (cerca de 456 ovócitos).

Esquema do Ovário Jovem e Ovário Maduro





## SUGESTÃO DE PESQUISA

### **PESQUISA 01 –**

Leia ao artigo disponível no *link* a seguir. Analise as mudanças sofridas pelas mulheres no contexto psicossocial, abordando desafios psicológicos, fisiológicos e a autoestima de quem passa por esses processos. É importante que haja uma conversa com uma ou mais mulheres que já tenham passado por esses processos, assim pode-se também entender melhor casos isolados para que comparações sejam feitas e haja melhor compreensão do que é mais comum e menos comum entre essas pessoas. Logo após concluir essas etapas, redija um breve texto contendo informações que você desconhecia e passou a conhecer depois da leitura, análise e conversas.

VALENÇA, C. N.; NASCIMENTO FILHO, J. M.; GERMANO, R. M. Mulher no climatério: reflexões sobre desejo sexual, beleza e feminilidade. *Saúde Soc.*, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 273-285, 2010. Disponível em: [encurtador.com.br/INVX5](http://encurtador.com.br/INVX5). Acesso em: 19 set. 2022.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## SAIBA MAIS

Leia ao artigo disponível em: [encurtador.com.br/bBH36](http://encurtador.com.br/bBH36), a seguir, e saiba mais sobre o método contraceptivo DIU (Dispositivo Intrauterino) de cobre.

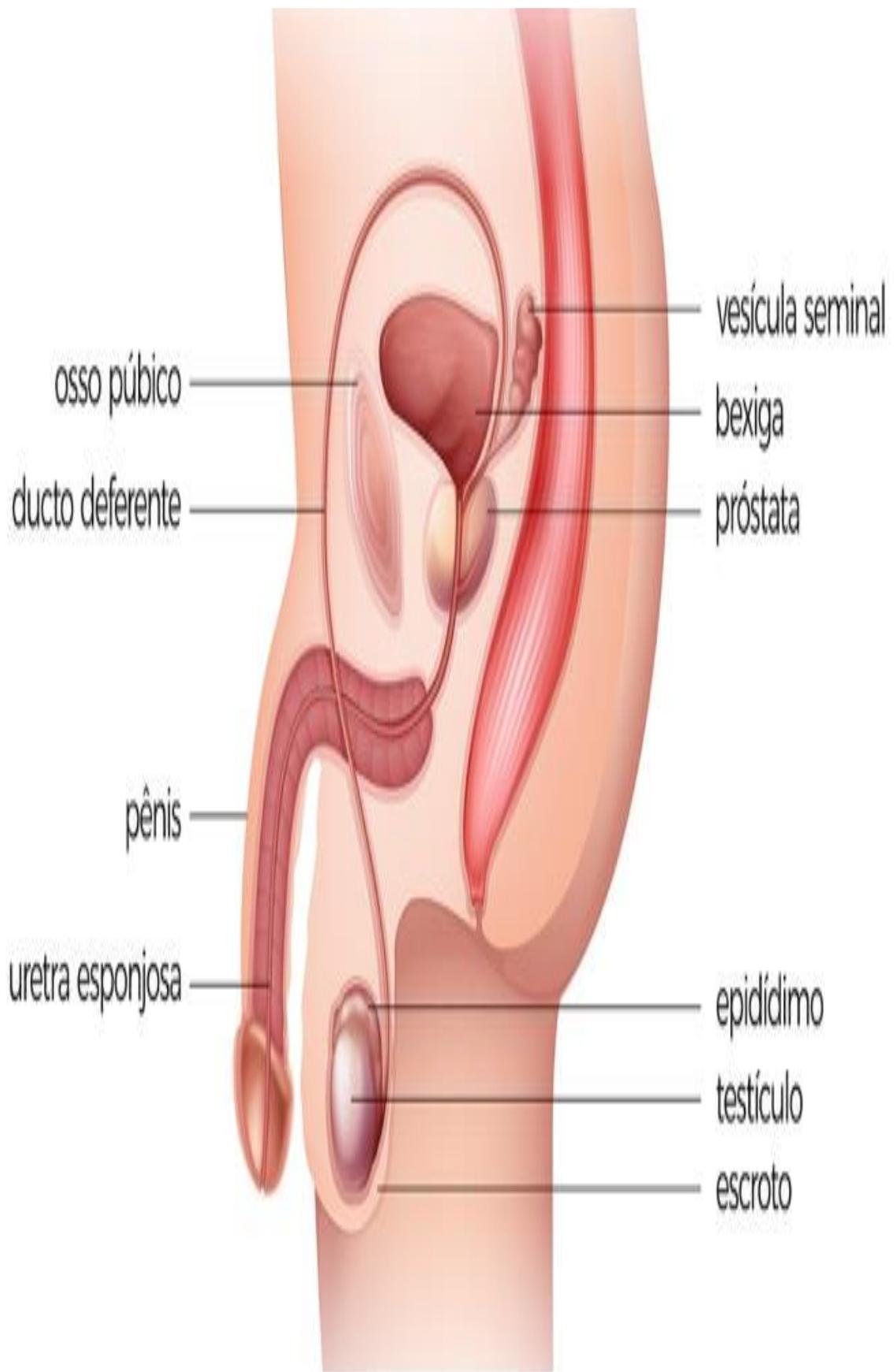
### **SISTEMA REPRODUTOR MASCULINO**

O ser humano, assim como todas as espécies que habitam nosso planeta, vem desde os primórdios reproduzindo-se e evoluindo. É graças ao instinto animal do homem que a perpetuação da raça humana está assegurada.

Os seres vivos, através da reprodução assexuada ou sexuada, geram novos indivíduos. Na reprodução sexuada, quando ocorre a fecundação, uma célula masculina e uma feminina se fundem para formar um novo ser vivo.

No caso da espécie humana, a fecundação se dá quando os gametas masculino e feminino se encontram, formando o zigoto que se desloca pelas tubas uterinas em direção ao útero, e uma nova vida começa a se desenvolver. Mas vamos entender isso melhor conhecendo o Aparelho Reprodutor Masculino que é composto de órgãos externos (o pênis e o escroto); e de órgãos internos, entre os quais se destacam os ductos deferentes, as glândulas seminais, bulbouretrais e a próstata.

Esquema das Estruturas Reprodutivas Masculinas

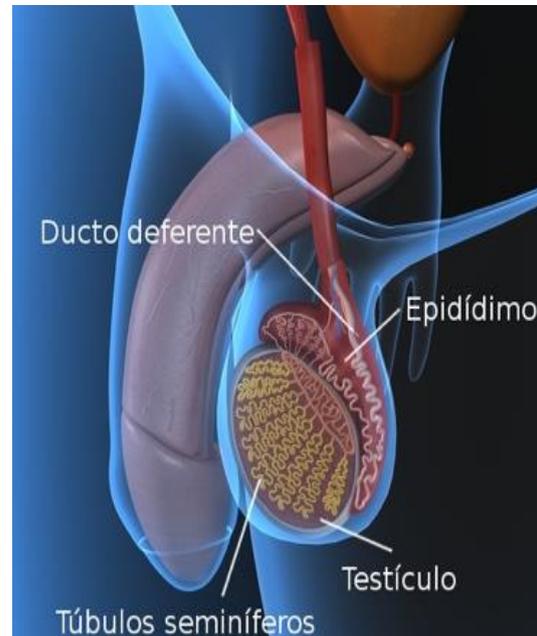


## ESTRUTURAS E FUNÇÕES DO SISTEMA GENITAL MASCULINO

- **Pênis:** é o órgão copulador masculino. Em seu interior há corpos cavernosos e corpo esponjoso.
- **Glânde peniana:** é uma estrutura sensível à estimulação sexual. É protegida pelo prepúcio e é localizada na extremidade do pênis.
- **Escroto:** é um saco composto basicamente por pele, situa-se entre as coxas, na base do pênis. Em seu interior encontram-se os testículos (gônadas masculinas).
- **Testículos:** são as gônadas masculinas, constituídas por túbulos seminíferos, local de produção dos espermatozoides.
- **Funículo espermático:** é uma estrutura que contém os ductos deferentes, nervos e vasos sanguíneos. Estende-se do abdome aos testículos.
- **Ductos deferentes:** são dois tubos musculares, provenientes de cada testículo, com aproximadamente 45 cm de comprimento. Contornam a bexiga urinária e abaixo dela fundem-se formando o ducto ejaculatório, que desemboca na uretra.
- **Glândulas seminais:** situadas atrás da bexiga urinária, são responsáveis pela produção de uma secreção viscosa que é lançada no ducto ejaculatório. Essa secreção constitui até 85% do volume total do esperma.
- **Próstata:** é uma glândula com cerca de 4 cm de diâmetro. Envolve a porção inicial da uretra, situada abaixo da bexiga urinária. A secreção prostática constitui de 15% a 30% do esperma. É conduzida para a uretra e ducto ejaculatório através de uma série de canalículos.
- **Glândulas bulbouretrais:** são estruturas localizadas abaixo da próstata, desembocando na uretra. Essas glândulas produzem um líquido que contribui para a limpeza do canal da uretra antes da passagem do esperma.
- **Epidídimo:** é um tubo espiralado originado no testículo, onde os espermatozoides amadurecem.

- **Uretra:** é um tubo com dupla finalidade conforme a necessidade, conduz urina ou sêmen para fora do corpo.

Visão em corte lateral do testículo



Infoescola. Disponível em: [encurtador.com.br/ntTY1](http://encurtador.com.br/ntTY1). Acesso em: 16 set. 2022.

## PUBERDADE

A adolescência é um período que faz parte da segunda década de vida, dos 10 aos 19 anos de idade. Seu início é marcado pela puberdade, época na qual os meninos apresentam grandes modificações físicas e emocionais.

Meninos e meninas são diferentes desde o nascimento e podem ser reconhecidos em razão da diferença nos órgãos sexuais. A puberdade inicia-se mais cedo, normalmente, em meninas e é nessa época que os órgãos sexuais começam a amadurecer, tornando-se capazes de produzir células reprodutoras e hormônios.

O hormônio masculino testosterona é responsável pelas características sexuais secundárias e pela produção de gametas. É também responsável pelas mudanças físicas e comportamentais. Nos rapazes ocorrem as seguintes alterações: mudança na voz, o surgimento de pelos nas axilas, no rosto e no púbis, o aparecimento da acne, a sudorese e a poluição noturna.

## POLUÇÃO NOTURNA

É o fenômeno da ejaculação involuntária que ocorre durante o sono. O sêmen é eliminado espontaneamente. Costuma ser acompanhada de sonhos que representam situações sexuais. É uma situação normal e comum que ocorre na puberdade.

## MASTURBAÇÃO

É a estimulação, por meio do toque, dos órgãos genitais, com o objetivo de obter prazer. Embora possa ocorrer masturbação na infância e na fase adulta, é na puberdade que sua prática costuma ser mais intensa.

## ACNE JUVENIL

Ocorre quando glândulas sebáceas produzem maior quantidade de gordura. Esse aumento está associado à obstrução do folículo piloso, originando cravos. O acúmulo de gordura favorece o desenvolvimento de bactérias, podendo surgir espinhas, que inflamam. Na maior parte das vezes, a acne juvenil acaba por desaparecer com o tempo, quando a produção hormonal se equilibra.

## EJACULAÇÃO

É o ato de eliminar o líquido espermático através da uretra. Os espermatozoides vão dos testículos e dos epidídimos até o começo da uretra. Na ejaculação propriamente dita, o esperma é impelido até a extremidade da uretra e eliminado. A expulsão do esperma dá-se por contrações espasmódicas dos músculos que envolvem o corpo esponjoso em torno da uretra. O volume de esperma eliminado em cada ejaculação é de aproximadamente 5mL e contém cerca de 350 milhões de espermatozoides.



MOMENTO ENEM

### QUESTÃO 01 - (ENEM/2016-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Em um hospital, acidentalmente, uma funcionária ficou exposta a alta quantidade

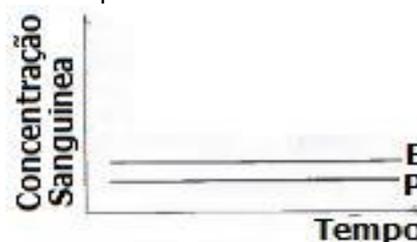
de radiação liberada por um aparelho de raios X em funcionamento. Posteriormente, ela engravidou e seu filho nasceu com grave anemia. Foi verificado que a criança apresentava a doença devido à exposição anterior da mãe à radiação. O que justifica, nesse caso, o aparecimento da anemia na criança?

- (A) A célula-ovo sofreu uma alteração genética.
- (B) As células somáticas da mãe sofreram uma mutação.
- (C) A célula gamética materna que foi fecundada sofreu uma mutação.
- (D) As hemácias da mãe que foram transmitidas à criança não eram normais.
- (E) As células hematopoiéticas sofreram alteração do número de cromossomos.

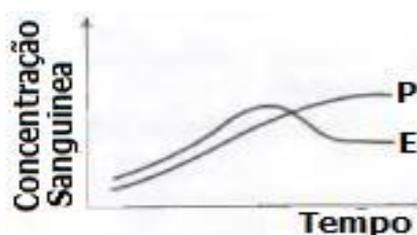
### QUESTÃO 02 - (ENEM/2013-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

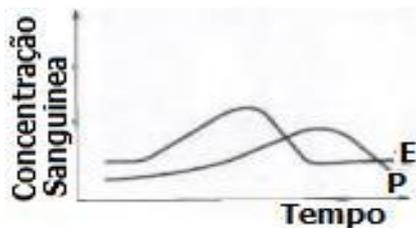
A pílula anticoncepcional é um dos métodos contraceptivos de maior segurança, sendo constituída basicamente de dois hormônios sintéticos semelhantes aos hormônios produzidos pelo organismo feminino, o estrogênio (E) e a progesterona (P). Em um experimento médico, foi analisado o sangue de uma mulher que ingeriu ininterruptamente um comprimido desse medicamento por dia durante seis meses. Qual gráfico representa a concentração sanguínea desses hormônios durante o período do experimento?



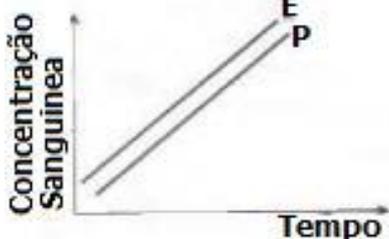
(A)



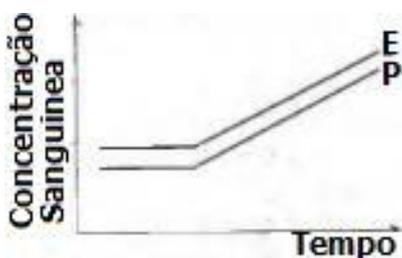
(B)



(C)



(D)



(E)

**QUESTÃO 03 - (ENEM/2015-Adaptada)**

O epidídimo tem a função de:

- (A) armazenar espermatozoides.
- (B) produzir hormônio sexual masculino.
- (C) produzir espermatozoides.
- (D) produzir hormônios gonadotróficos.
- (E) produzir líquido alcalino que neutraliza a acidez da uretra e das secreções vaginais.

**QUESTÃO 04 - (ENEM/2012-Adaptada)**

Sobre a reprodução humana, todos os itens abaixo estão corretos, exceto:

- (A) A fecundação ocorre no útero.
- (B) A espermatogênese ocorre nos testículos.
- (C) A placenta é responsável pela respiração e nutrição do embrião.
- (D) Na ovulação, rompe-se a parede do ovário e o ovócito é liberado na trompa de Falópio.
- (E) A clivagem da célula-ovo origina células denominadas blastômeros.



## REFERÊNCIAS

Elder, K. & Dale, B. In: In Vitro Fertilization Second Edition; Editora: Cambridge; UK; 2000. Disponível em: ([www.cup.cam.ac.uk](http://www.cup.cam.ac.uk)). Acesso em: 20 ago. 2022.

Esteves, S. C. & Catafesta, E. & Maciel, M. C. A. In: I Consenso Brasileiro de Embriologia em Medicina Reprodutiva; São Paulo; 2004. ([www.pronucleo.cjb.com.br](http://www.pronucleo.cjb.com.br))

Cleine, J. H. In: IVF lab: Laboratory aspects of in-vitro fertilization; 1996.

Manual de Procedimientos Laboratorio de Producción Asistida. Santiago de Chile; 1998. ([www.redlara.com](http://www.redlara.com))

Trounson, A. O. & Gardner, D.K. In: Handbook of In Vitro Fertilization Second Edition; Editora CRC; Flórida; 2000.

## CAPÍTULO 03 – MOMENTO 01- CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

### COMPONENTE CURRICULAR

#### QUÍMICA

#### COMPETÊNCIA ESPECÍFICA

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

#### HABILIDADE DA BNCC

**(EM13CNT107)** Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos com ou sem o uso de

dispositivos e aplicativos digitais, para propor ações que visem a sustentabilidade.

#### **OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM**

**(GO-EMCNT107E)** Explicar o funcionamento de pilhas e baterias, utilizando conceitos de oxidação, redução, diferença de potencial e corrente elétrica para propor ações sustentáveis em relação ao descarte de materiais.

#### **OBJETOS DE CONHECIMENTO**

Eletroquímica.

#### **DESCRITOR SAEB/SAEGO**

Analisar as situações em que ocorrem os processos de oxirredução.

Determinar o estado de oxidação dos elementos a partir das fórmulas químicas.

Equacionar e balancear equações de oxidação e redução que tenham no máximo dois reagentes e dois produtos, identificando nas mesmas os agentes oxidante e redutor.

### **MOMENTO 01 – QUÍMICA**

#### **Imersão Curricular**



#### **PROCEDIMENTOS**

#### **ATENÇÃO!**

#### **ELETROQUÍMICA**

As transformações químicas estão relacionadas com a formação de novos materiais, podendo ocorrer com diferentes velocidades e envolvem transformações de energia. A energia, na forma de calor, se transforma nessas reações.

Inúmeros temas são tratados neste capítulo; por exemplo: transformações de oxirredução; conceitos de estado fundamental, cátion e ânion: reatividade e estabilidade química; equação química e balanceamento. Muitos estudantes apresentam grande resistência ao aprendizado da Química por considerá-la inútil, difícil.

É necessário, então, concentrar esforços para mudar essa ideia, conscientizando-os da importância da

Química no mundo moderno. Relações com outros componentes como Física e Biologia podem e devem ser normalmente estabelecidas.

No componente curricular de Física podemos integrar esse tema com os assuntos de circuito elétrico e corrente elétrica, já no componente Biologia pode fazer a integração com os efeitos da corrente elétrica no corpo humano ou efeitos causados ao corpo humano por metais pesados.



#### **CONCEITO**

#### **Descarte de Pilhas e Baterias**



Disponível em: [encurtador.com.br/fj089](http://encurtador.com.br/fj089). Acesso em: 16 set. 2022.

O uso de pilhas e baterias é intenso em nossa sociedade. As pilhas e baterias já fazem parte do cotidiano da população mundial há muitas décadas, sem esse pequeno artefato capaz de converter a energia de reações químicas em energia elétrica não seria possível o uso de controles remotos, celulares, *notebooks*, bicicletas elétricas, relógios e muitos outros dispositivos que facilitam a nossa vida. Nos dias atuais, dificilmente um jovem ou adulto passa o dia sem ter uma pilha ou bateria consigo. Elas estão presentes em tantos equipamentos que nem nos damos conta. Poucos relógios modernos não utilizam baterias.

Qualquer celular funciona à base de bateria. Apesar de estarem presentes no dia a dia de grande parte da população mundial, muitas pessoas ainda não têm

conhecimento sobre as substâncias presentes nas pilhas e baterias, assim como o mal que essas substâncias podem causar quando manipuladas de forma indevida.

Apesar da aparência inofensiva, as pilhas e baterias usadas e descarregadas podem causar sérios problemas ambientais. De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), o Brasil produz quase um bilhão de pilhas por ano. Onde elas vão parar depois de usadas?

A Resolução nº 401 do Conama, de 2008, é responsável por regulamentar a quantidade de metais tóxicos presentes nas pilhas e baterias de fabricação nacional e importada. Os metais tratados na resolução do Conama são o mercúrio, chumbo e cádmio e alguns de seus malefícios aos seres humanos são apresentados a seguir:

- mercúrio,
- cádmio,
- chumbo;
- níquel.

Quando descartadas inadequadamente, as pilhas podem liberar esses metais e possivelmente contaminar plantas e animais, entre os quais o ser humano. O processo de reciclagem desses materiais, embora viável economicamente, também libera grande quantidade de chumbo para o ambiente e contamina as pessoas nele envolvidas, causando problemas de saúde ocupacional, isto é, gerados durante o trabalho.

#### **COMO FAZER O DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS**

Têm sido regulamentadas as quantidades de metais pesados que podem ser utilizadas em pilhas e baterias, além, é claro, de seu descarte. Uma das resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) determina que pilhas e baterias que tenham cádmio, chumbo e mercúrio acima de determinados níveis, depois de esgotadas, devem ser devolvidas aos locais de venda ou aos representantes das indústrias. Tais indústrias devem proceder aos tratamentos adequados para que os resíduos não contaminem o ambiente.

Segundo essa resolução, pilhas e baterias que atendam aos limites previstos na lei podem ser dispostas, juntamente com os resíduos domiciliares, em aterros sanitários licenciados. Para isso, os fabricantes e importadores devem identificar os produtos descritos, mediante o registro nas embalagens e, quando possível, nos produtos, de símbolo que permita ao usuário distingui-los dos demais tipos de pilhas e baterias comercializados (veja ícones a seguir).



Disponível em: [encurtador.com.br/yILX6](http://encurtador.com.br/yILX6). Acesso em: 16 set. 2022.

De acordo com a resolução do Conama, pilhas que apresentam esses ícones podem ser descartadas no lixo. Essas são pilhas de zinco/manganês, alcalinas de manganês, de níquel-hidreto metálico, de lítio, tipos miniaturas, recarregáveis de íons etc.



Disponível em: [encurtador.com.br/vG489](http://encurtador.com.br/vG489). Acesso em: 16 de set. 2022.

De acordo com a resolução do Conama, pilhas que apresentam esses ícones não podem ser descartadas no lixo. Depois de esgotadas, essas pilhas devem ser devolvidas ao vendedor, representante ou fabricante para o descarte apropriado. Entre

elas estão as baterias recarregáveis de níquel-cádmio (Ni-Cd) e as baterias de chumbo ácido.



### **SUGESTÃO DE ATIVIDADE INTEGRADORA**

Caro(a) estudante, essa atividade integradora será realizada em pequenos grupos, e serão sorteados os subtemas a serem trabalhados. Dentro desses subtemas, serão abordados conceitos de pilhas, baterias e eletricidade bem como circuito e corrente elétrica, descartes adequados e efeitos causados ao corpo humano por metais pesados. Após investigação científica realizada em torno do seu subtema, o grupo deverá fazer um relatório descritivo e socializar com o grande grupo. Cada subtema tem um objetivo específico para trabalhar cada um deles. Seguem os subtemas para sorteio.

#### **1. Pilha? Baterias? Onde?**

Objetivo: identificar a presença das pilhas e baterias no ambiente doméstico e na escola.

#### **2. A corrente elétrica**

Objetivo: analisar um circuito elétrico qualquer na escola, em que a corrente elétrica possa ser verificada.

#### **3. Tomei choque**

Objetivo: analisar a função dos equipamentos de segurança, tais como: alicates, chaves de fenda, etc. Ferramenta que possuem uma proteção plástica contra choque elétrico.

#### **4. Circuito elétrico**

Objetivo: analisar e identificar a fiação (cabos elétricos) que conecta um equipamento elétrico à tomada elétrica.

#### **5. Classifiquem os átomos**

Objetivo: desenvolver os conceitos químicos em uma abordagem microscópica. Trabalhe com íons, classificando, calculando e relacionando com a tabela periódica.

#### **6. Monte a equação**

Objetivo: transformar informações em símbolos químicos, em uma equação química. Aqui vamos utilizar a reação global da célula galvânica. Podendo destacar

os cátions e ânions, reações de oxidação e redução.

#### **7. Transformação de oxirredução**

Objetivo: analisar e identificar o funcionamento de uma pilha de ferro e cobre. Aqui poderão realizar a construção dessa pilha, para observação e análise, ou pode pesquisar essas pilhas e ler sobre. Após a observação elaborar um relatório explicando quem é o cátion e quem é o ânion? Quem oxida e quem reduz?

#### **8. O que fazer com pilhas e baterias que não servem mais?**

Objetivo: pesquisar como fazer o descarte adequado de pilas e baterias. Monte um mapa mental e socialize com a turma.

#### **9. O metal que contamina o nosso corpo é o mesmo que faz parte dos objetos metálicos?**

Objetivo: pesquisar as substâncias que são letais para os seres humanos, quando consumidas acima de certas dosagens, podem ser remédios em doses menores. Faça um comparativo dessas substâncias e seus efeitos em nosso organismo.

#### **10. O ferro presente em nosso sangue é aquele mesmo ferro presente nas placas de ferro?**

Objetivo: pesquisar alguns metais que são muito importantes para o metabolismo do nosso corpo. Depois da pesquisa montar uma tabela que destaque os nomes dos metais pesquisados, onde é encontrado e seus efeitos no organismo.

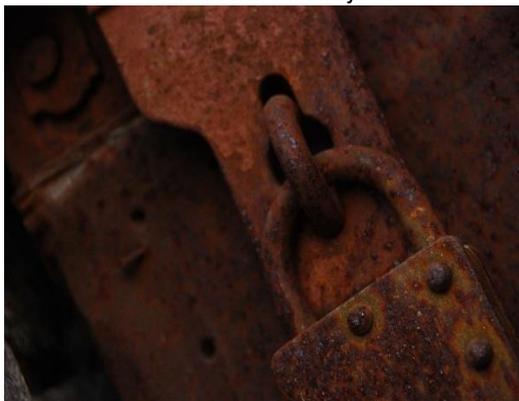


**SAIBA MAIS**

### **OXIDAÇÃO E REDUÇÃO: PROCESSOS CONCOMITANTES**

É comum que a formação de ferrugem em uma peça de ferro seja chamada de oxidação do metal. Se você prestar atenção, frequentemente identificará materiais oxidados nos objetos à sua volta. Se houve oxidação, entretanto, necessariamente ocorreu também uma redução. Nesse caso, enfatiza-se o material que foi modificado e/ou deteriorado e não a ação do agente oxidante, que pode ser o gás oxigênio, a água ou uma solução ácida.

Fechadura enferrujada



Disponível em: [encurtador.com.br/bktC2](http://encurtador.com.br/bktC2). Acesso em: 24 ago. 2022.

Para saber mais sobre as reações de oxidação e redução, acesse o material digital intitulado “Reações de oxirredução e suas diferentes abordagens”, produzido por Sabrina G. Klein e Mara E. F. Braibante.

Disponível em: <http://gg.gg/12e1e0>. Acesso em: 24 ago. 2022.



#### SUGESTÃO DE DEBATE

Debate sobre a teoria do Flogístico.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A. **Percursos de História da Química**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

Para saber mais sobre a Teoria do Flogístico, acesse o material digital intitulado “Teoria do Flogisto: uma abordagem didática para o ensino de reações químicas no 9º ano do Ensino Fundamental, escrita por Gabriel Cristiano Walz e Anelise Grünfeld de Luca.

Disponível em: [encurtador.com.br/ItERO](http://encurtador.com.br/ItERO). Acesso em: 15 set. 2022.

O presente artigo é resultado de uma intervenção pedagógica desenvolvida em 2018 em uma escola pública do município de Joinville-SC. O objetivo foi desenvolver uma sequência didática para o estudo das reações químicas por meio da abordagem da Teoria do Flogisto como propulsora de discussões sobre a construção do conhecimento científico e a experimentação investigativa como forma

de possibilitar metodologias ativas aos estudantes.



#### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Caro(a) estudante, essa atividade de aprendizagem será realizada em grupo. Para a resolução dos questionamentos abaixo, tenha como base o texto descrito em nosso capítulo: **Descarte de pilhas e baterias**. Após serem todas respondidas, socialize com o grande grupo as respostas produzidas pelo grupo.

#### ATIVIDADE 01 –

Como o governo pode contribuir para a resolução dos problemas de contaminação do solo e das águas por metais pesados?

---

---

---

---

---

---

---

---

#### ATIVIDADE 02 –

Como a indústria de pilhas e baterias pode contribuir para eliminar ou diminuir a quantidade de metais pesados presentes nesses produtos?

---

---

---

---

---

---

---

---

#### ATIVIDADE 03 –

Proponha uma maneira viável de recolhimento de pilhas e baterias para não jogar esses materiais diretamente no lixo.

---

---

---

---

---

---

---

---

#### ATIVIDADE 04 –

Qual é a importância dos metais para o nosso organismo?

---

---

---

---

---

---

#### ATIVIDADE 05 –

Quais são os problemas ambientais provocados pelos metais pesados?

---

---

---

---

---

---

#### ATIVIDADE 06 –

Identifique no texto os danos causados ao ser humano pela contaminação por metais.

---

---

---

#### ATIVIDADE 07 –

Por que pilhas não devem ser descartadas indiscriminadamente junto com o lixo doméstico?

---

---

---

---

---

---

## MOMENTO 02 – QUÍMICA

Recomposição: Inserção Curricular



### PROCEDIMENTOS

#### ATENÇÃO!

A seguir, mais um exemplo de estruturação de atividade de Recomposição da Aprendizagem. Lembre-se que esta parte é dividida em dois momentos: 1. Atividade de diagnose (10 questões objetivas); 2. Atividade de Nivelamento e Ampliação

(discursiva). É preciso escrever orientações detalhadas aos professores.



### ATIVIDADE DIAGNOSE

**ATIVIDADE DIAGNOSE 01** - (UFPEL/2009-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Nos últimos anos, a preocupação com o meio ambiente tem aumentado, fazendo com que os responsáveis pelas emissões de poluentes na natureza tomem atitudes que as minimizem ou, até mesmo, eliminem. As emissões de gases poluentes pelos automóveis é um exemplo disso, já que os veículos automotores hoje construídos são dotados de um dispositivo antipoluição, chamado de "conversor catalítico", o qual é constituído por vários catalisadores, entre os quais: platina, paládio e irídio. Catalisadores são substâncias que aumentam a velocidade das reações sem serem efetivamente consumidas nos processos. Portanto, nos veículos modernos, a presença de catalisadores, em local por onde os resíduos gasosos tóxicos saídos do motor (CO, NO, etc.) tenham que passar, provoca um aumento na velocidade de suas transformações (equações a seguir) em gases não tóxicos (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, vapor d'água, etc.), diminuindo a poluição atmosférica. Não havendo o "conversor catalítico", as reações por serem lentas, não se completam no interior do veículo e deixam de ocorrer quando os gases tóxicos se dispersam, ao serem lançados no meio ambiente. O combustível deve ter baixo teor de enxofre e não conter chumbo para que os catalisadores não sofram danos e tenham a eficiência diminuída. Como se trata de uma catálise heterogênea, as reações acontecem com as moléculas adsorvidas na superfície do catalisador, a qual, por essa razão, deve ser elevada. Equações de algumas reações que ocorrem na superfície dos catalisadores nos automóveis

#### Equação 1.



**Equação 2.****Equação 3.**

Na reação representada pela equação 1, o

- (A) carbono se oxida de + 2 a + 4, e o monóxido de carbono é a substância oxidante.  
 (B) nitrogênio se oxida de - 2 a 0, e o monóxido de mononitrogênio é a substância oxidante.  
 (C) carbono se oxida de + 2 a + 4, e o monóxido de carbono é a substância redutora.  
 (D) nitrogênio se reduz + 2 a 0, e o monóxido de mononitrogênio é a substância redutora.  
 (E) carbono se reduz de + 2 a 0, e o monóxido de carbono é a substância oxidante.

**ATIVIDADE DIAGNOSE 02 -**  
 (Cesgranrio/2010-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

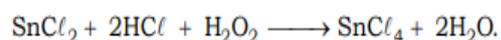
Os números de oxidação dos halogênios nos compostos NaCl, NaClO<sub>3</sub>, KI, I<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>IO<sub>3</sub> são, respectivamente:

- (A) + 1, + 3, 0, - 2, + 4.  
 (B) + 1, - 5, - 1, 0, + 5.  
 (C) - 1, - 5, + 1, 0, - 5.  
 (D) - 1, + 5, - 1, 0, + 5.  
 (E) - 1, - 3, + 1, 0, - 4.

**ATIVIDADE DIAGNOSE 03-** Cesgranrio/2010-  
 Adaptada)

Observe a reação:

A partir dela, podemos afirmar corretamente que o:



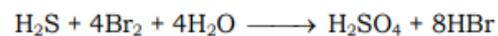
- (A) Sn e o Cl sofrem oxidação.  
 (B) Sn sofre oxidação, e o O, redução.  
 (C) Sn sofre oxidação, e o HCl redução.  
 (D) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sofre redução, e o Cl oxidação.  
 (E) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sofre oxidação, e o Sn, redução

**ATIVIDADE DIAGNOSE 04-** (FATEC) O nitrogênio possui número de oxidação - 3 no composto

- (A) HNO<sub>2</sub>  
 (B) HNO<sub>3</sub>  
 (C) NH<sub>3</sub>  
 (D) NCl<sub>3</sub>  
 (E) N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

**ATIVIDADE DIAGNOSE 05 -** (FEI-2008-  
 Adaptada)

Na reação de redox:



Quanto ao agente oxidante e ao agente redutor, respectivamente, assinale a alternativa correta:

- (A) Br<sub>2</sub> (perde elétrons) e H<sub>2</sub>S (recebe elétrons)  
 (B) Br<sub>2</sub> (recebe elétrons) e H<sub>2</sub>S (perde elétrons)  
 (C) H<sub>2</sub>S (perde elétrons) e Br<sub>2</sub> (recebe elétrons)  
 (D) H<sub>2</sub>O (recebe elétrons) e H<sub>2</sub>S (perde elétrons)  
 (E) H<sub>2</sub>S (perde elétrons) e H<sub>2</sub>O (recebe elétrons)

**ATIVIDADE DIAGNOSE 06-**  
 (PUCCAMP/2013-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Descobertas recentes da Medicina indicam a eficiência do óxido nítrico, NO, no tratamento de determinado tipo de pneumonia. Sendo facilmente oxidado pelo oxigênio a NO<sub>2</sub>, quando preparado em laboratório, o ácido nítrico deve ser recolhido em meio que não contenha O<sub>2</sub>. Os números de oxidação do nitrogênio no NO e NO<sub>2</sub> são respectivamente,

- (A) + 3 e + 6.  
 (B) + 2 e + 4.  
 (C) + 2 e + 2.  
 (D) zero e + 4.  
 (E) zero e + 2.

**ATIVIDADE DIAGNOSE 07-** (UEL/2014-Adaptada)

Em qual das seguintes espécies químicas há elemento metálico com número de oxidação + 6?

- (A)  $\text{SO}_4^{2-}$
- (B)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
- (C)  $\text{AlO}_2^-$
- (D)  $\text{MnO}_2$
- (E)  $\text{NH}_4^+$

**ATIVIDADE DIAGNOSE 08** - (UEL/2010-Adaptada)

Na reação representada pela equação



- (A)  $\text{BrO}_3^-$  sofre auto oxirredução.
- (B)  $\text{Br}^-$  reduz  $\text{H}^+$  a  $\text{H}_2\text{O}$ .
- (C)  $\text{H}^+$  oxida  $\text{Br}^-$  a  $\text{Br}_2$ .
- (D)  $\text{BrO}_3^-$  reduz  $\text{H}^+$  a  $\text{H}_2\text{O}$ .
- (E)  $\text{BrO}_3^-$  oxida  $\text{Br}^-$  a  $\text{Br}_2$ .

**ATIVIDADE DIAGNOSE 09** - (UEL/2014-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

O bromo é encontrado em níveis de traço em seres humanos. Seus compostos possuem diversas aplicações. Dentre elas, cita-se o brometo de potássio, que tem sido utilizado no tratamento de epilepsia em humanos e animais. Este elemento químico pode apresentar diferentes estados de oxidação, sendo encontrado na água do mar e na salmoura na forma de brometo. A partir da reação do íon com cloro ( $\text{Cl}_2$ ) obtém-se o bromo molecular conforme equação a seguir.



Analisando a equação, é correto afirmar que o

- (A)  $\text{Cl}_2$  é o agente redutor que oxida o íon brometo.
- (B)  $\text{Br}^-$  é oxidado em função de seu potencial oxidante.
- (C)  $\text{Cl}_2$  é o agente redutor sendo oxidado a íons cloreto.
- (D)  $\text{Br}^-$  é reduzido em função de seu potencial oxidante.

(E)  $\text{Cl}_2$  é o agente oxidante sendo reduzido a seus íons.

**ATIVIDADE DIAGNOSE 10** - (FUVEST/2011-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

O cientista e escritor Oliver Sacks, em seu livro Tio Tungstênio, nos conta a seguinte passagem de sua infância: "Ler sobre [Humphry] Davy e seus experimentos estimulou-me a fazer diversos outros experimentos eletroquímicos... Devolvi o brilho às colheres de prata de minha mãe colocando-as em um prato de alumínio com uma solução morna de bicarbonato de sódio [ $\text{NaHCO}_3$ ]". Pode-se compreender o experimento descrito, sabendo-se que - Objetos de prata, quando expostos ao ar, enegrecem devido à formação de  $\text{Ag}_2\text{O}$  e  $\text{Ag}_2\text{S}$  (compostos iônicos). - As espécies químicas  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{Ag}^+$  têm, nessa ordem, tendência crescente para receber elétrons. Assim sendo, a reação de oxirredução, responsável pela devolução do brilho às colheres, pode ser representada por:

- (A)  $3\text{Ag}^+ + \text{Al}^0 \longrightarrow 3\text{Ag}^0 + \text{Al}^{3+}$
- (B)  $\text{Al}^{3+} + 3\text{Ag}^0 \longrightarrow \text{Al}^0 + 3\text{Ag}^+$
- (C)  $\text{Ag}^0 + \text{Na}^+ \longrightarrow \text{Ag}^+ + \text{Na}^0$
- (D)  $\text{Al}^0 + 3\text{Na}^+ \longrightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{Na}^0$
- (E)  $3\text{Na}^0 + \text{Al}^{3+} \longrightarrow 3\text{Na}^+ + \text{Al}^0$

**MOMENTO 02 – QUÍMICA**

**Recomposição: Nivelamento**



**PROCEDIMENTOS**

**ATENÇÃO!**

Montagem das telas para o experimento de oxidação.

1. Coloca-se a tela de 15 cm x 20 cm dentro de um recipiente plástico. Observação: a tela não deve conter impermeabilizante.
2. Os metais são dispostos sobre a tela, de acordo com a criatividade do aluno.
3. A solução de vinagre é vertida lentamente sobre os metais e a tela é deixada em repouso por um período de três dias. Em seguida, os metais são retirados e a tela é mantida à temperatura ambiente, por um período de dois dias, para secagem.



### SUGESTÃO DE DEBATE

Questões propostas para o debate a seguir.

1. Procure justificar por que é comum a utilização de janelas de alumínio ou de madeira nas construções.
2. Cite exemplos de oxirredução que você observa no seu cotidiano.
3. Por que as joias são confeccionadas com ouro, prata ou platina?
4. “O alumínio, por ser menos nobre do que o ferro, tem sua oxidação mais rápida.” Esta frase parece contradizer situações que vivenciamos diariamente em relação ao uso do alumínio. Se o alumínio oxida mais rápido, explique por que motivo se usa normalmente painéis de alumínio em vez das de ferro.

PALMA, Maria Helena Cunha Palma; TIERA, Vera Aparecida de Oliveira. Oxidação de metais. **Química Nova na Escola**, n. 18, nov. 2003. Disponível em: [encurtador.com.br/coG02](http://encurtador.com.br/coG02). Acesso em: 19 set. 2022.



### SAIBA MAIS

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química**: ciência central. Trad. H. Macedo. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999.

DE MARI, J. Automóveis. **Veja**, n. 1619, p. 72-73, 1999.

PERUZZO, T. M; CANTO, E. L. **Química**: na abordagem do cotidiano. São Paulo: Moderna, 2000.

VEJA NA SALA DE AULA. Guia do Professor, ano 2, n. 34, edição 1619, 1999.



### AULA COM RECURSOS

#### AUDIOVISUAIS

Filme: A História dos eletrônicos, filme documentário de website StoryofStuffs

Duração: 8 minutos-legendado

O filme mostra como funciona o modo de produção das indústrias, a composição tóxica dos metais e como estes são feitos para serem descartados provocando contaminação ambiental. Excelente abordagem temática. Disponível em: <http://gg.gg/12e1h9>. Acesso em: 20 set. 2022.

Filme: Tudo se Transforma, Metais, Metais. Elaborado pela PUC Rio em parceria com o Mec e o MIT e o fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação.

O filme integra uma série de 6 programas de 120 episódios dedicados ao ensino de Química. Todos com altíssima qualidade de uso. Disponível em: <http://gg.gg/12e1hj>. Acesso em: 20 set. 2022.



### MOMENTO ENEM

#### QUESTÃO 01 – (ENEM/1999-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

#### Casos de leptospirose crescem na região

M.P.S. tem 12 anos e está desde janeiro em tratamento de leptospirose. Ela perdeu a tranquilidade e encontrou nos ratos, (...), os vilões de sua infância. “Se eu não os matar, eles me matam”, diz. Seu medo reflete um dos maiores problemas do bairro: a falta de saneamento básico e o acúmulo de lixo...

O Estado de S. Paulo, 31/07/1997.

#### Oito suspeitos de leptospirose

A cidade ficou sob as águas na madrugada de anteontem e, além de 120 desabrigados, as inundações estão fazendo outro tipo de vítimas: já há oito suspeitas de casos de leptospirose (...) transmitida pela urina de ratos contaminados.

Folha de S. Paulo, 12/02/1999.

As notícias dos jornais sobre casos de leptospirose estão associadas aos fatos:

- I. Quando ocorre uma enchente, as águas espalham, além do lixo acumulado, todos os dejetos dos animais que ali vivem.
  - II. O acúmulo de lixo cria ambiente propício para a proliferação dos ratos.
  - III. O lixo acumulado nos terrenos baldios e nas margens de rios entope os bueiros e compromete o escoamento das águas em dias de chuva.
  - IV. As pessoas que vivem na região assolada pela enchente, entrando em contato com a água contaminada, têm grande chance de contrair a leptospirose.
- A sequência de fatos que relaciona corretamente a leptospirose, o lixo, as enchentes e os roedores é:

- (A) I, II, III e IV.
- (B) I, III, IV e II.
- (C) IV, III, II e I.
- (D) II, IV, I e III.
- (E) II, III, I e IV.

#### QUESTÃO 02 – (ENEM/2000-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Um dos grandes problemas das regiões urbanas é o acúmulo de lixo sólido e sua disposição. Há vários processos para a disposição do lixo, dentre eles o aterro sanitário, o depósito a céu aberto e a incineração. Cada um deles apresenta vantagens e desvantagens. Considere as seguintes vantagens de métodos de disposição do lixo: I diminuição do contato humano direto com o lixo; II produção de adubo para agricultura; III baixo custo operacional do processo; IV redução do volume de lixo. A relação correta entre cada um dos processos para a disposição do lixo e as vantagens apontadas é:

	Aterro Sanitário	Depósito a céu aberto	Incineração
(A)	II	II	I
(B)	I	III	IV
(C)	II	IV	I
(D)	II	I	IV
(E)	II	II	I

Disponível em: [encurtador.com.br/rxST0](http://encurtador.com.br/rxST0). Acesso em: 20 set. 2022.

#### QUESTÃO 03 – (ENEM/2007-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Quanto mais desenvolvida é uma nação, mais lixo cada um de seus habitantes produz. Além de o progresso elevar o volume de lixo, ele também modifica a qualidade do material despejado. Quando a sociedade progride, ela troca a televisão, o computador, compra mais brinquedos e aparelhos eletrônicos. Calcula-se que 700 milhões de aparelhos celulares já foram jogados fora em todo o mundo. O novo lixo contém mais mercúrio, chumbo, alumínio e bário. Abandonado nos lixões, esse material se deteriora e vaza. As substâncias liberadas infiltram-se no solo e podem chegar aos lençóis freáticos ou a rios próximos, espalhando-se pela água.

*Anuário Gestão Ambiental*, 2007, p. 47-8 (com adaptações).

A respeito da produção de lixo e de sua relação com o ambiente, é correto afirmar que:

- (A) as substâncias químicas encontradas no lixo levam, frequentemente, ao aumento da diversidade de espécies e, portanto, ao aumento da produtividade agrícola do solo.
- (B) o tipo e a quantidade de lixo produzido pela sociedade independem de políticas de educação que proponham mudanças no padrão de consumo.
- (C) a produção de lixo é inversamente proporcional ao nível de desenvolvimento econômico das sociedades.
- (D) o desenvolvimento sustentável requer controle e monitoramento dos efeitos do lixo sobre espécies existentes em cursos d'água, solo e vegetação.

(E) o desenvolvimento tecnológico tem elevado a criação de produtos descartáveis, o que evita a geração de lixo e resíduos químicos.

**QUESTÃO 04 – (ENEM/2008-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Em 2006, foi realizada uma conferência das Nações Unidas em que se discutiu o problema do lixo eletrônico, também denominado *e-waste*. Nessa ocasião, destacou-se a necessidade de os países em desenvolvimento serem protegidos das doações nem sempre bem-intencionadas dos países mais ricos. Uma vez descartados ou doados, equipamentos eletrônicos chegam a países em desenvolvimento com o rótulo de “mercadorias reconcionadas”, mas acabam deteriorando-se em lixões, liberando chumbo, cádmio, mercúrio e outros materiais tóxicos.

*Internet: (com adaptações).*

A discussão dos problemas associados ao *e-waste* leva à conclusão de que

(A) discussão dos problemas associados ao *e-waste* leva à conclusão de que A os países que se encontram em processo de industrialização necessitam de matérias-primas recicladas oriundas dos países mais ricos.

(B) o objetivo dos países ricos, ao enviarem mercadorias reconcionadas para os países em desenvolvimento, é o de conquistar mercados consumidores para seus produtos.

(C) o avanço rápido do desenvolvimento tecnológico, que torna os produtos obsoletos em pouco tempo, é um fator que deve ser considerado em políticas ambientais.

(D) o excesso de mercadorias reconcionadas enviadas para os países em desenvolvimento é armazenado em lixões apropriados.

(E) as mercadorias reconcionadas oriundas de países ricos melhoram muito o padrão de vida da população dos países em desenvolvimento.

**QUESTÃO 05 – (ENEM/2009-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Cerca de 1% do lixo urbano é constituído por resíduos sólidos contendo elementos tóxicos. Entre esses elementos estão metais pesados como o cádmio, o chumbo e o mercúrio, componentes de pilhas e baterias, que são perigosos à saúde humana e ao meio ambiente. Quando descartadas em lixos comuns, pilhas e baterias vão para aterros sanitários ou lixões a céu aberto, e o vazamento de seus componentes contamina o solo, os rios e o lençol freático, atingindo a flora e a fauna. Por serem bioacumulativos e não biodegradáveis, esses metais chegam de forma acumulada aos seres humanos, por meio da cadeia alimentar. A legislação vigente (Resolução CONAMA nº 257/1999) regulamenta o destino de pilhas e baterias após seu esgotamento energético e determina aos fabricantes e/ou importadores a quantidade máxima permitida desses metais em cada tipo de pilha/bateria, porém o problema ainda persiste.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 11 jul. 2009 (adaptado).

Uma medida que poderia contribuir para acabar definitivamente com o problema da poluição ambiental por metais pesados relatado no texto seria

(A) deixar de consumir aparelhos elétricos que utilizem pilha ou bateria como fonte de energia.

(B) usar apenas pilhas ou baterias recarregáveis e de vida útil longa e evitar ingerir alimentos contaminados, especialmente peixes.

(C) devolver pilhas e baterias, após o esgotamento da energia armazenada, à rede de assistência técnica especializada para repasse a fabricantes e/ou importadores.

(D) criar nas cidades, especialmente naquelas com mais de 100 mil habitantes, pontos estratégicos de coleta de baterias e pilhas, para posterior repasse a fabricantes e/ou importadores.

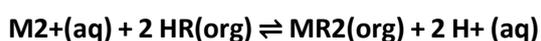
(E) exigir que fabricantes invistam em pesquisa para a substituição desses metais

tóxicos por substâncias menos nocivas ao homem e ao ambiente, e que não sejam bioacumulativas.

**QUESTÃO 06 – (ENEM/2010-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

As baterias de Ni-Cd muito utilizadas no nosso cotidiano não devem ser descartadas em lixos comuns uma vez que uma considerável quantidade de cádmio é volatilizada e emitida para o meio ambiente quando as baterias gastas são incineradas como componente do lixo. Com o objetivo de evitar a emissão de cádmio para a atmosfera durante a combustão é indicado que seja feita a reciclagem dos materiais dessas baterias. Uma maneira de separar o cádmio dos demais compostos presentes na bateria é realizar o processo de lixiviação ácida. Nela, tanto os metais (Cd, Ni e eventualmente Co) como os hidróxidos de íons metálicos  $\text{Cd}(\text{OH})_2(\text{s})$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s})$ ,  $\text{Co}(\text{OH})_2(\text{s})$  presentes na bateria, reagem com uma mistura ácida e são solubilizados. Em função da baixa seletividade (todos os íons metálicos são solubilizados), após a digestão ácida, é realizada uma etapa de extração dos metais com solventes orgânicos de acordo com a reação:



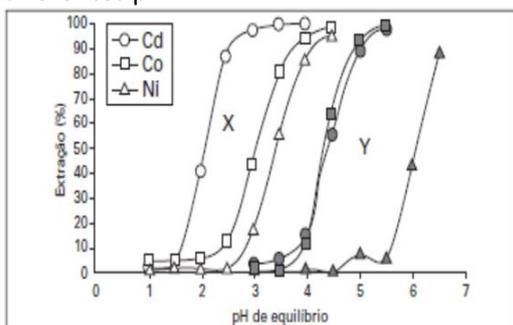
Onde:

$\text{M}^{2+} = \text{Cd}^{2+}, \text{Ni}^{2+} \text{ ou } \text{Co}^{2+}$

$\text{HR} = \text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2\text{H}$ : identificado no gráfico por X

$\text{HR} = \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_2\text{H}$ : identificado no gráfico por Y

O gráfico mostra resultado da extração utilizando os solventes orgânicos X e Y em diferentes pH.



Extração de níquel, cádmio e cobalto em função do pH da solução utilizando solventes orgânicos X e Y. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 28 abr. 2010.

A reação descrita no texto mostra o processo de extração dos metais por meio da reação com moléculas orgânicas, X e Y.

Considerando-se as estruturas de X e Y e o processo de separação descrito, pode-se afirmar que as

- (A) moléculas X e Y atuam como extratores catiônicos uma vez que a parte polar da molécula troca o íon  $\text{H}^+$  pelo cátion do metal.
- (B) moléculas X e Y atuam como extratores aniônicos uma vez que a parte polar da molécula troca o íon  $\text{H}^+$  pelo cátion do metal.
- (C) moléculas X e Y atuam como extratores catiônicos uma vez que a parte apolar da molécula troca o íon  $\text{PO}_2^{2-}$  pelo cátion do metal.
- (D) moléculas X e Y atuam como extratores aniônicos uma vez que a parte polar da molécula troca o íon  $\text{PO}_2^{2-}$  pelo cátion do metal.
- (E) moléculas X e Y fazem ligações com os íons metálicos resultando em compostos com caráter apolar o que justifica a eficácia da extração.

**QUESTÃO 07 – (ENEM/2011-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Como os combustíveis energéticos, as tecnologias da informação são, hoje em dia, indispensáveis em todos os setores econômicos. Através delas, um maior número de produtores é capaz de inovar e a obsolescência de bens e serviços se acelera. Longe de estender a vida útil dos equipamentos e a sua capacidade de reparação, o ciclo de vida desses produtos diminui, resultando em maior necessidade de matéria-prima para a fabricação de novos.

GROSSARD, C. *Le Monde Diplomatique Brasil*, ano 3, n. 36, 2010 (adaptado).

A postura consumista de nossa sociedade indica a crescente produção de lixo,

principalmente nas áreas urbanas, o que, associado a modos incorretos de deposição,

(A) provoca a contaminação do solo e do lençol freático, ocasionando assim graves problemas socioambientais, que se adensarão com a continuidade da cultura do consumo desenfreado.

(B) produz efeitos perversos nos ecossistemas, que são sanados por cadeias de organismos decompositores que assumem o papel de eliminadores dos resíduos depositados em lixões.

(C) multiplica o número de lixões a céu aberto, considerados atualmente a ferramenta capaz de resolver de forma simplificada e barata o problema de deposição de resíduos nas grandes cidades.

(D) estimula o empreendedorismo social, visto que muitas pessoas, os catadores, têm livre acesso aos lixões, sendo assim incluídos na cadeia produtiva dos resíduos tecnológicos.

(E) possibilita a ampliação da quantidade de rejeitos que podem ser destinados a associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis, financiados por instituições da sociedade civil ou pelo poder público.

#### QUESTÃO 08 – (ENEM/2011-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Um dos processos usados no tratamento do lixo é a incineração, que apresenta vantagens e desvantagens. Em São Paulo, por exemplo, o lixo é queimado a altas temperaturas e parte da energia liberada é transformada em energia elétrica. No entanto, a incineração provoca a emissão de poluentes na atmosfera. Uma forma de minimizar a desvantagem da incineração, destacada no texto, é

(A) aumentar o volume do lixo incinerado para aumentar a produção de energia elétrica.

(B) fomentar o uso de filtros nas chaminés dos incineradores para diminuir a poluição do ar.

(C) aumentar o volume do lixo para baratear os custos operacionais relacionados ao processo.

(D) fomentar a coleta seletiva de lixo nas cidades para aumentar o volume de lixo incinerado.

(E) diminuir a temperatura de incineração do lixo para produzir maior quantidade de energia elétrica.

#### QUESTÃO 09 – (ENEM/2012-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem. Um exemplo de reciclagem é a utilização de

(A) garrafas de vidro retornáveis para cerveja ou refrigerante.

(B) latas de alumínio como material para fabricação de lingotes.

(C) sacos plásticos de supermercado como condicionantes de lixo caseiro.

(D) embalagens plásticas vazias e limpas para acondicionar outros alimentos.

(E) garrafas PET recortadas em tiras para fabricação de cerdas de vassouras.



#### REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; DA SILVA CARNEIRO, Maria Helena; DE SOUZA MÓL, Gerson. O uso de livro didático de química em sala de aula The use of chemistry textbook in classroom.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos de Química**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2005.

PERUZZO. F.M.; CANTO. E.L. **Química na abordagem do cotidiano**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006. v. 1

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos (coord.). **Química & Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. **Química Geral**. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

## CAPÍTULO 04 – MOMENTO 01 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

### COMPONENTE CURRICULAR

#### QUÍMICA

#### COMPETÊNCIA ESPECÍFICA

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

#### HABILIDADE DA BNCC

**(EM13CNT107)** Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, para propor ações que visem a sustentabilidade.

#### OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM

**(GO-EMCNT107G)** Discutir sobre os diferentes usos das pilhas e baterias, descrevendo os aparelhos que são carregados diretamente na rede elétrica para analisar funcionamento, vantagens e desvantagens desses dispositivos.

#### OBJETOS DE CONHECIMENTO

Eletroquímica.

#### DESCRITOR SAEB/SAEGO

Determinar o estado de oxidação dos elementos a partir das fórmulas químicas. Equacionar e balancear equações de oxidação e redução que tenham no máximo dois reagentes e dois produtos,

identificando nas mesmas os agentes oxidante e redutor.

## MOMENTO 01 – QUÍMICA

### Imersão Curricular



#### PROCEDIMENTOS

#### ATENÇÃO!

#### PILHAS ELETROQUÍMICA

Quando falamos de pilhas e baterias, objetos conhecidos por todos nós e que temos em casa, muitas vezes estamos falando de uma alternativa de reaproveitamento energético, reciclagem e cuidados ambientais em relação ao descarte desses materiais para evitar a contaminação do meio.

Os termos “pilha” e “bateria” são, em geral, usados indistintamente. Cada um deles tem, contudo, significados mais precisos:

- pilha é um dispositivo constituído somente por dois eletrodos e um eletrólito, arranjados de forma a produzir energia elétrica;
- bateria é um conjunto de pilhas agrupadas em série ou em paralelo.

Uma associação de pilhas em série fornece maiores tensões, já a associação em paralelo, maior corrente elétrica.

Em casa, na escola e no escritório, acionamos diversos aparelhos com um simples toque no botão — acendemos lâmpadas, ligamos rádios, televisores e computadores, aparelhos de ar-condicionado, geradores e micro-ondas. Todo esse conforto é por cauda da eletricidade.

O que é, porém, a eletricidade, ou melhor, a corrente elétrica que circula em um fio metálico? Hoje sabemos que é um fluxo (isto é, um movimento ordenado) de elétrons que transitam pelo fio e que esse fluxo pode realizar certo trabalho, como acender uma lâmpada, movimentar um motor etc. E como se produz corrente elétrica? Há dois processos principais: os

mecânicos (geradores elétricos) e os químicos (pilhas e baterias elétricas).

As pilhas e baterias produzem energia elétrica à custa de reações de oxirredução, como veremos neste capítulo. A grande vantagem das pilhas e baterias é que elas representam uma energia elétrica “transportável”, já que podemos carregá-las para onde quer que se façam necessárias. Uma desvantagem é que a quantidade de energia elétrica produzida é sempre pequena em relação ao tamanho e à massa das pilhas e baterias (esse fato limita, por exemplo, o uso de carros elétricos alimentados exclusivamente por baterias).

Muitos estudantes, com certeza, já abriram uma pilha, porém o que encontraram dentro nada esclarecia sobre seu funcionamento.

Neste capítulo, serão trabalhados os seguintes conteúdos: transformação de oxirredução; estado fundamental, cátion e ânion; reatividade e estabilidade química; equação química e balanceamento, além da eletrodeposição. Esse tema estabelece grande relação com Física (circuito elétrico e corrente elétrica) e Biologia (efeitos da corrente elétrica no corpo humano; relação entre os radicais e a exposição solar da pele sem proteção).



#### SAIBA MAIS

1. Para saber mais sobre pilhas e baterias leia: artigo “Pilhas e Baterias: funcionamento e impacto ambiental”, produzido por, Nerilso Bocchi, Luiz Carlos Ferracin e Sonia Regina Biaggio. Disponível em: [encurtador.com.br/aoOX2](http://encurtador.com.br/aoOX2). Acesso em: 24 ago. 2022.

O artigo define o que são pilhas e baterias, apresentando o funcionamento das que mais frequentemente aparecem no dia a dia dos brasileiros. Além disso, considerando que algumas dessas pilhas e baterias têm componentes tóxicos, discute o que fazer com pilhas usadas para evitar problemas ambientais.

2. Artigo “Células Eletroquímicas, Cotidiano e Concepções dos Educandos” produzido por, Barbara S. J. Barreto, Carlos

H. Batista e Maria Clara P. Cruz. Disponível em: [encurtador.com.br/cIDX8](http://encurtador.com.br/cIDX8). Acesso em: 24 ago. 2022.

O artigo traz os temas pilhas e baterias como assuntos recorrentes em eletroquímica nos livros didáticos do Ensino Médio. Poucos deles, porém, abordam a eletrodeposição. Nesse sentido, a contribuição do artigo é disponibilizar uma metodologia diferenciada para a abordagem desse conteúdo. Para isso, duas experimentações foram desenvolvidas: uma de deposição química de prata em um bastão de cobre; e outra, de eletrodeposição de prata em um substrato de cobre no formato de anel. Propõe-se obter daí a compreensão de dois tipos de reação química: espontâneas e não espontâneas. A aprendizagem dos alunos foi avaliada por meio de desenhos ilustrativos dos experimentos. As concepções dos alunos do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Manoel Messias Feitosa, em Nossa Senhora da Glória/SE, foram assim representadas. A análise de suas concepções revelou um desenvolvimento da aprendizagem em relação ao senso comum, quando se têm em vista os fenômenos da deposição e da eletrodeposição química.

3. Artigo “Maresia: Uma Proposta para o Ensino de Eletroquímica”, produzido pelos autores Maria Eugênia Cavalcante Sanjuan, Cláudia Viana dos Santos, Juliana de Oliveira Maia, Aparecida Fátima Andrade da Silva e Edson José Wartha, *Química nova na escola*, v. 31, n. 3, ago. 2009. Disponível em: [encurtador.com.br/cqMV6](http://encurtador.com.br/cqMV6). Acesso em: 20 set. 2022.

O artigo busca discutir o processo de construção e implementação de uma unidade didática sobre eletroquímica, usando, como tema central, o fenômeno da maresia. A unidade foi desenvolvida em duas escolas de Ensino Médio onde verificamos que os resultados foram muito positivos tanto para os alunos como para nós, professores.



SUGESTÃO DE ATIVIDADE INTEGRADORA

**ATIVIDADE INTEGRADORA 01 –**

Observe as imagens, a seguir, responda às questões e realize uma pesquisa, caso seja necessária, e compartilhe com seus colegas.



Disponível em: [encurtador.com.br/lnKR6](http://encurtador.com.br/lnKR6). Acesso em: 20 set. 2022.



Disponível em: [encurtador.com.br/prXZ9](http://encurtador.com.br/prXZ9). Acesso em: 20 set. 2022.



Disponível em: [encurtador.com.br/bLY37](http://encurtador.com.br/bLY37). Acesso em: 20 set. 2022.



Disponível em: [encurtador.com.br/cgiZ3](http://encurtador.com.br/cgiZ3). Acesso em: 20 set. 2022.

a) O que as imagens têm em comum?

---



---

b) Qual a principal diferença entre a pilha e a bateria?

---



---

c) É preciso esperar a bateria descarregar completamente para carregar o aparelho novamente?

---



---

d) O que acontece se a bateria do Marcapasso descarregar?

---



---

e) Comente quais são as vantagens e desvantagens das pilhas e baterias?

---



---



---

**ATIVIDADE INTEGRADORA 02 –**

Organize-se em grupos, realize uma pesquisa, responda as questões e sistematize as principais ideias em um fluxograma ou mapa mental, que apresente a evolução científica na história das pilhas. Na sequência, socialize sua produção com os colegas e debata as ideias.

a) Antes do século XIX, qual era a principal fonte de energia? A partir da descoberta das pilhas, quais tipos de aparelhos poderiam funcionar com esse tipo de fonte?

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

b) Como a descoberta da “eletricidade animal”, por Luigi Galvani, foi importante para o avanço da ciência? Comente sobre a importância do avanço científico, mesmo quando há controvérsias.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



### SAIBA MAIS

O bicentenário da invenção da pilha elétrica. Disponível em: <https://cutt.ly/RFAc2IA>. Acesso em: 20 set. 2022.

Pilha de Bagdad: a misteriosa pilha milenar. Disponível em: <https://cutt.ly/bFAvi70>. Acesso em: 20 set. 2022.  
História das Pilhas.

Disponível em: <https://youtu.be/-DUJInnBLSQ>. Acesso em: 17 mar. 2022.

Pilha de Daniell. Disponível em: <https://cutt.ly/rFAvbyk>. Acesso em: 15 fev. 2022.



### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

**ATIVIDADE 01** – (UFRGS-RS/2009-Adaptada)  
Leia o texto a seguir.

Pessoas que apresentam dentes com restaurações metálicas podem sentir um pequeno choque ao colocarem na boca

pedaços de metal, como, por exemplo, o papel alumínio de um chocolate. O alumínio, com meio ácido da boca, provoca a transferência de elétrons para o metal da restauração, causando esse choque.

Com base no fenômeno descrito, pode-se afirmar que o alumínio

- (A) sofre redução, funcionando com cátodo.
- (B) provoca a oxidação do metal da restauração.
- (C) é o agente oxidante, pois sofre redução.
- (D) é o agente redutor, pois sofre redução.
- (E) sofre oxidação, funcionando como ânodo.

### ATIVIDADE 02 –

Qual é a relação entre a energia química proveniente das pilhas e baterias e o desenvolvimento tecnológico?

---

---

---

---

---

---

---

---

### ATIVIDADE 03 –

Numa pilha galvânica, como é produzida a eletricidade?

---

---

---

---

---

---

---

---

### ATIVIDADE 04 –

Por que as pilhas devem ser removidas dos aparelhos após cessar seu funcionamento?

---

---

---

---

---

---

---

---

**ATIVIDADE 05 –**

Em relação ao eletrólito, como você diferencia uma pilha alcalina de outra comum?

---

---

---

---

---

---

---

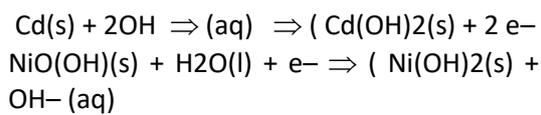
---

---

---

**ATIVIDADE 06 –**

O uso de aparelhos celulares é cada vez mais comum. Esses aparelhos usam baterias de níquel-cádmio, (NiCd), que podem ser recarregadas, e funcionam de acordo com as reações:



Identifique as semirreações de redução e oxidação e escreva a equação global de descarga e recarga.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

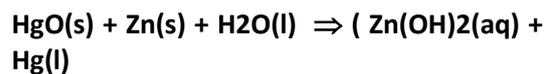
---

---

---

**ATIVIDADE 07 –**

Uma bateria muito comum utilizada na medicina é o marcapasso, que é colocado sob a pele de pessoas com problemas cardíacos com a finalidade de regular as batidas do coração. A reação responsável pela produção de corrente elétrica pode ser representada da seguinte forma:



Podemos dizer que, nessa célula eletroquímica, o Zn é o anodo e o Hg é o catodo? Explique.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**ATIVIDADE 08 –**

O que você entende por pilha seca?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**ATIVIDADE 09 –**

Um estudante enrolou, no laboratório, um prego de ferro com um fio de cobre decapado e, em seguida, colocou-o em um béquer contendo uma solução de ácido clorídrico. Explique o que ocorreu com o prego após certo tempo.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**ATIVIDADE 10 –**

Pilhas, baterias, corrosão de metais, em todos eles podemos evidenciar reações eletroquímicas. Assim, podemos afirmar que é possível a ocorrência de uma reação de oxidação sem que ela esteja associada a uma redução? Justifique.

---

---



## CAPÍTULO 05 – MOMENTO 01 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

### COMPONENTE CURRICULAR

#### FÍSICA

#### COMPETÊNCIA ESPECÍFICA

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

#### HABILIDADE DA BNCC

**(EM13CNT102)** Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

#### OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM

**(GO-EMCNT102F)** Compreender a máquina térmica como um dispositivo que transforma parcialmente calor em trabalho, aplicando em sistemas térmicos simples conhecimentos adquiridos para comparar a eficiência de equipamentos termodinâmicos.

#### OBJETOS DE CONHECIMENTO

Leis da Termodinâmica.

#### DESCRITOR SAEB/SAEGO

Identificar Máquinas Térmicas.

### MOMENTO 01 – FÍSICA

#### Imersão Curricular



#### CONCEITO

#### ATENÇÃO!

#### SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA

Limitações da Lei de Conservação da  
Energia  
Conservação da energia

Na ocasião da morte de um ser vivo, os átomos que fazem parte dele são dispersados na natureza. A dura realidade é que os átomos que nos compõe, após a morte, jamais voltarão a se unir espontaneamente para voltar a nos integrar. A Figura, a seguir, mostra uma xícara que se quebrou ao colidir-se com o chão. De acordo com nosso senso comum, sabemos que não é possível voltar o “filme” desse acontecimento de forma a termos, espontaneamente, a xícara recomposta. A questão é que nenhuma das leis da Física que vimos até agora impede esse acontecimento que, para nós, seria absurdo.

Xícara quebrada após queda



Xícara quebrada após queda. Disponível em: [encurtador.com.br/gtxQ8](http://encurtador.com.br/gtxQ8). Acesso em: 18 ago. 2022.

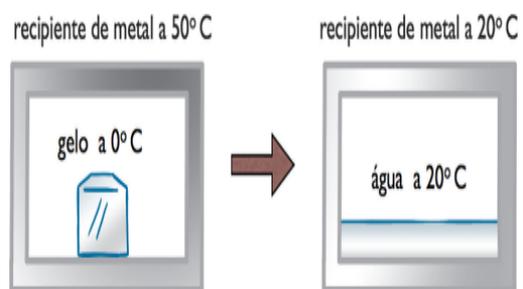
Pense nas leis básicas que foram apresentadas, como a lei da conservação da energia (e, conseqüentemente, a primeira lei da termodinâmica). Se a xícara voltasse espontaneamente a sua forma antes de quebrar, essa lei não seria violada! Veja que, nesse caso, o que está em jogo é nossa noção de tempo. Podemos pensar no tempo como uma seta que aponta em apenas um sentido: de eventos passados para eventos futuros. O sentido da seta está diretamente relacionado ao grau de ordem de um sistema fechado.

Se jogarmos para o alto um baralho de cartas recém-aberto, as cartas cairão no chão em uma ordem aleatória. Logo, a seta do tempo aponta da ordem para a desordem. Esse fato é expresso pela segunda lei da termodinâmica, segundo a qual o grau de ordem de um sistema isolado tende a diminuir, até que todas as partículas do sistema estejam em equilíbrio, e a permanecer constante desse momento em diante.

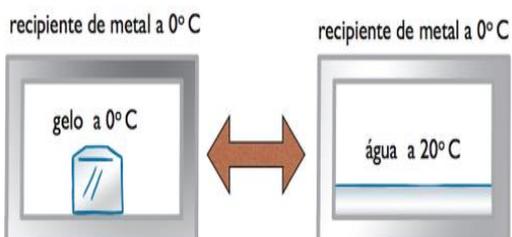
Nesse módulo, estudaremos melhor o que é a segunda lei da termodinâmica de modo a buscarmos aplicações práticas para sistemas gasosos em contextos que envolvam eficiência de máquinas térmicas.

### Transformação Gasosa Reversível e Irreversível

Como vimos, apesar do sentido privilegiado para os fenômenos que ocorrem normalmente na natureza, podemos sugerir uma categoria de processos idealizados que seriam reversíveis. Um sistema que realiza um processo reversível está sempre perto do equilíbrio termodinâmico com o ambiente. A mudança deve acontecer a partir de modificações muito pequenas nas condições do sistema. Um exemplo que podemos utilizar é a reversão do fluxo de calor entre dois corpos cujas temperaturas sejam muito próximas, ajustando de modo infinitesimal uma temperatura ou outra (veja figura 2). Em geral, um processo cíclico reversível é um processo que se repete no qual não há atrito mecânico interno, as forças mecânicas opostas modificam-se de forma infinitesimal em magnitude e qualquer troca de calor ocorre com diferença de temperatura desprezível entre o sistema e o ambiente.



O calor flui sempre do recipiente para o gelo, derretendo-o. Depois o calor flui para a água, até que recipiente e água atinjam o equilíbrio térmico.



Por uma mudança infinitesimal na temperatura do recipiente, podemos inverter o fluxo do calor de modo ou a derreter o gelo ou a congelar a água

Disponível em: [encurtador.com.br/BCDMS](http://encurtador.com.br/BCDMS). Acesso em: 18 ago. 2022.

No que diz respeito às propriedades fundamentais da Natureza, é necessário explicar porque as leis básicas da física (por exemplo, a Mecânica Clássica) são reversíveis (ou seja, na mecânica, se eu filmar um choque de duas bolas de bilhar e passar depois o filme de trás para frente, o processo ao contrário parece (e na verdade é) um processo permitido e usual da mecânica). De forma geral, os processos microscópicos fundamentais de toda a física são reversíveis. Entretanto, sabemos que muitos processos só acontecem numa única direção como a troca de calor exemplificada anteriormente, o envelhecimento dos seres vivos e até o próprio passar do tempo, ou seja, a distinção entre passado e futuro. Tais processos são ditos irreversíveis.

De forma geral podemos dizer que transformações nas quais o estado inicial de um gás é igual ao estado final dele, são reversíveis. Esse processo pode ocorrer em uma transformação cíclica, que compreende uma sequência de transformações gasosas que retorna ao estado inicial, começando novamente o processo em seguida. Esse tipo de processo pode ser visto em máquinas térmicas as quais veremos a seguir.



#### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

##### ATIVIDADE 01 –

Dentre os quatro processos, a seguir, quais deles podem ser considerados como reversíveis?

- (A) Choque elástico de duas bolas de bilhar.
- (B) Choque inelástico de duas bolinhas feitas de massa de modelar.
- (C) Expansão adiabática de um gás num cilindro com êmbolo no qual a pressão externa é sempre mantida muito próxima da pressão interna.
- (D) Expansão livre de um gás.
- (E) Nenhuma das alternativas.



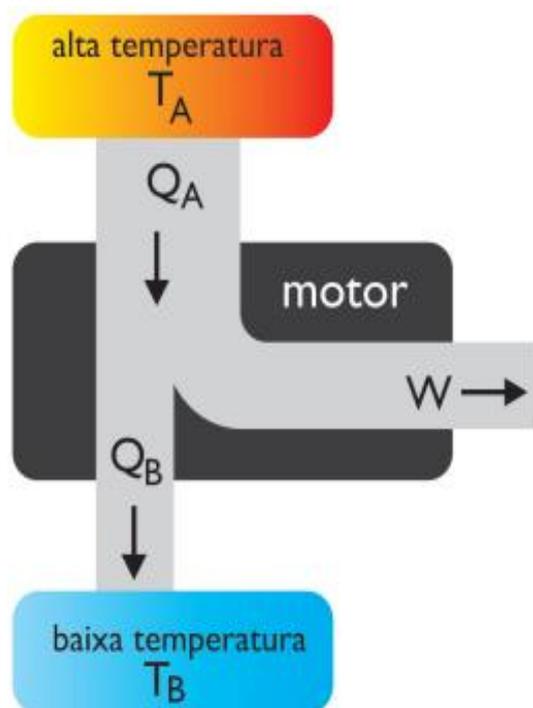
## CONCEITO

## ATENÇÃO!

## MÁQUINAS TÉRMICAS

Um sistema que converte calor em trabalho de forma contínua é chamado de máquina térmica. As máquinas térmicas operam de forma cíclica. Embora o termo “máquina” nos faça imaginar sistemas complexos como o motor de um automóvel, uma máquina térmica pode ser simplesmente um gás em um recipiente com um êmbolo em uma das extremidades, que se expande quando aquecido e se contrai quando é resfriado.

Considere a máquina térmica genérica da figura a seguir. Ela está em contato térmico com um reservatório a uma temperatura mais alta  $T_A$  (ou  $T_Q$  para algumas publicações) conhecido como fonte quente, e um reservatório a uma temperatura mais baixa  $T_B$  (ou alternativamente  $T_F$ ), conhecido como fonte fria.



Disponível em: [encurtador.com.br/hijnq](http://encurtador.com.br/hijnq). Acesso em: 18 ago. 2022.

A fonte quente fornece uma energia  $Q_A$  (ou  $Q_Q$ ) a máquina térmica; parte dessa energia é utilizada para realizar trabalho ( $W$ ). De fato, a experiência mostra que nem toda energia fornecida pela fonte quente servirá para realizar trabalho! Parte dessa energia,  $Q_B$  (ou  $Q_F$ ), é transferida para a fonte fria e não pode ser recuperada! Como não produz trabalho útil, essa energia é considerada um resíduo do processo. Se tomarmos o corpo humano como exemplo, menos de um terço da energia contida nos alimentos é usada pela célula para realização de trabalho. A energia restante gera calor corporal.

Para fins de clareza, consideremos o motor que opera de forma cíclica como uma locomotiva a vapor. De acordo com a primeira lei da termodinâmica, podemos afirmar que a energia interna durante o ciclo não varia, ou seja:

$$\Delta U = \Delta Q + W = 0$$

Ou ainda,

$$Q_A = W + Q_B$$

Em que:

$\Delta U$  – Variação da energia interna;

$\Delta Q$  – Variação da quantidade de calor ( $Q_B - Q_A$ ).

Logo, em um sistema real como a locomotiva, a chama e os gases quentes da caldeira são o reservatório a alta temperatura e a água fria e o ar utilizado para condensar e resfriar o vapor compõe o reservatório da fonte fria. O trabalho é realizado através do movimento do pistão da locomotiva.



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

## INTEGRADORA

## Células também são Máquinas Térmicas!

Células vivas podem ser consideradas máquinas térmicas porque, embora muito menores, elas transformam energia em trabalho. Nos cloroplastos dos vegetais íons de hidrogênio são forçados por um gradiente de concentração a se mover nas vizinhanças da ATP sintase, uma enzima



## MOMENTO 03 – FÍSICA

Recomposição: Inserção Curricular



CONCEITO

ATENÇÃO!

### EFICIÊNCIA DE UMA MÁQUINA TÉRMICA

Um parâmetro de importância para as máquinas térmicas é sua eficiência ( $e$ ). Ela é definida pela relação entre o trabalho realizado e a energia recebida. Em várias máquinas o calor é produzido pela queima de combustível (como o carvão ( $Q_A$ )). É importante lembrar que, para as Ciências, calor é transferência de energia, de modo que podemos dizer que a energia produzida pela queima de combustível é cedida à máquina térmica. Por isso, eficiência é relação entre o que a máquina “recebe” e o que a máquina “produz”. Matematicamente, podemos colocar o seguinte:

$$e = \frac{W}{Q_A}$$

Veja que o resultado da eficiência sempre será um valor entre 0 e 1. Caso se atinja o valor 1 significa que toda a energia cedida à máquina é transformada em trabalho ( $W=Q_A$ ). No entanto, na prática, não encontramos máquinas térmicas com esse nível de eficiência. Na contração dos músculos humanos, por exemplo, apenas 25% ( $e=0,25$ ) da energia fornecida aos músculos realizam trabalhos; o restante (75%) é descartado na forma de calor.

Lembrando que  $Q_A=W+Q_B$  e substituindo na equação anterior ficamos com

$$e = \frac{Q_A - Q_B}{Q_A}$$

Ou ainda,

$$e = 1 - \frac{Q_B}{Q_A}$$

Uma observação importante é a seguinte: é comum na equação da eficiência escrever o calor rejeitado como um valor positivo.



SAIBA MAIS

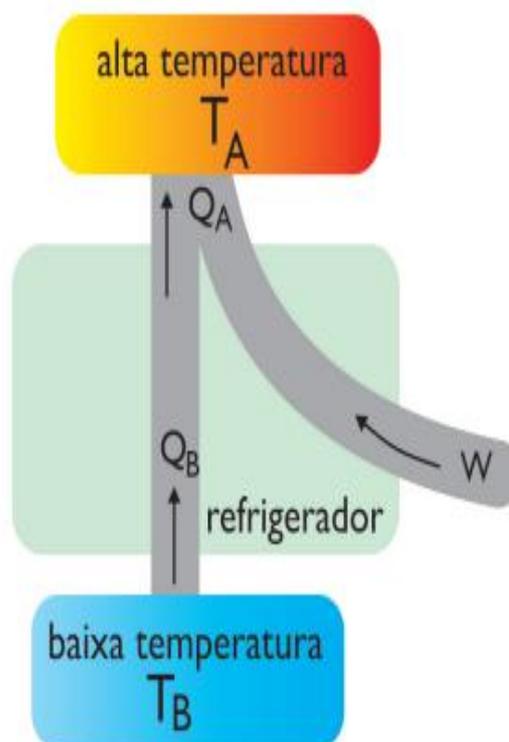
### APARELHOS REFRIGERADORES

Outra propriedade da máquina térmica reversível é que ela pode ser operada ao contrário. Um motor operando ao contrário é denominado um refrigerador. Se uma quantidade de trabalho  $W$  for realizada na máquina, então  $Q_B$  pode ser extraído do reservatório à temperatura mais baixa e depositado no reservatório à temperatura mais alta, de modo que a relação

$$Q_A = W + Q_B$$

continua valendo. Para um refrigerador, a figura continua valendo, apenas agora todas as flechas (que simbolizam os fluxos de calor e trabalho) são invertidas.

Esquema de funcionamento de um refrigerador térmico



Esquema de funcionamento de um refrigerador térmico. Disponível em: [encurtador.com.br/hijnq](http://encurtador.com.br/hijnq). Acesso em: 18 ago. 2022.

O coeficiente de desempenho de um refrigerador é dado pela equação:

$$K = \frac{Q_B}{W}$$

Ou ainda,

$$K = \frac{Q_B}{Q_A - Q_B}$$

em que os valores dos calores devem ser tomados em módulo.

No refrigerador doméstico, o trabalho é fornecido pelo compressor e transfere calor para a área de armazenagem de alimentos (reservatório de baixa) temperatura para o ar circundante (reservatório de alta temperatura). Em um aparelho de ar condicionado, o reservatório de baixa temperatura é a sala que está sendo resfriada. Nesse caso, quem faz o papel de reservatório de alta temperatura é o ar exterior.

Disponível em: [encurtador.com.br/afDMP](http://encurtador.com.br/afDMP). Acesso em: 25 ago. 2022 (Adaptado).



#### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

##### ATIVIDADE 01 –

Leia o texto a seguir.

A Combustão de gasolina no motor de um cortador de grama libera 22,0 J por ciclo, dos quais 15,7 J são transferidos, na forma de calor, para a carcaça do aparelho e para o ar das proximidades. Qual a eficiência do cortador de grama?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## MOMENTO 04 – FÍSICA

### Recomposição: Nivelamento



#### CONCEITO

#### ATENÇÃO!

#### SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA

Como vimos no início de nossas discussões, a natureza estabelece uma determinada “direção” para que ocorra certos processos. A segunda lei da termodinâmica trata exatamente desse fato. Além disso, define o funcionamento de uma máquina térmica (ou ainda de um refrigerador). Para entendermos essa afirmação vamos investigar dois enunciados dessa lei.

**1º Enunciado (Kelvin e Planck): “é impossível a construção de uma máquina que, operando em ciclo termodinâmico, converta toda a quantidade de calor recebido em trabalho.”**

Em outras palavras, esse enunciado nos informa que é impossível a criação de uma máquina térmica com 100% de rendimento ( $e=1$ ). Analisando a equação

$$e = 1 - \frac{Q_B}{Q_A}$$

o rendimento seria 100% se  $Q_B = 0$ , (apenas uma fonte de calor) ou se  $Q_A$  fosse infinito. Ambas as hipóteses são absurdas!

**2º Enunciado (Clausius): “o calor não pode fluir, de forma espontânea, de um corpo de temperatura menor, para um outro corpo de temperatura mais alta.”**

Este enunciado está relacionado às máquinas refrigeradoras e estabelece ser impossível a construção de um refrigerador que opere sem receber energia (trabalho –  $W$ ) ou seja, com um coeficiente de eficácia infinito.

Na verdade, o melhor rendimento (ou eficácia no caso dos refrigeradores) que pode ser encontrado para uma máquina térmica ocorre em um ciclo específico, chamado de ciclo de Carnot. Veremos essa forma de funcionamento na seção a seguir.



## PROCEDIMENTOS

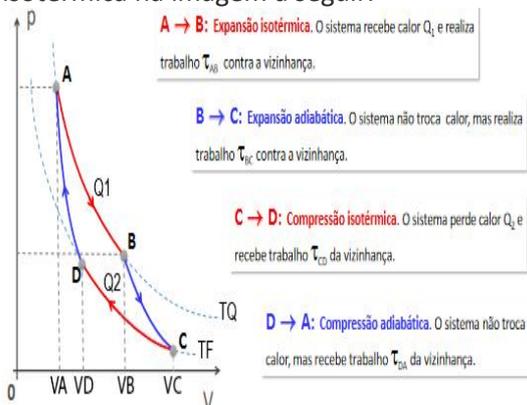
### ATENÇÃO!

- i) Os enunciados da segunda lei da termodinâmica são observados experimentalmente e, até os dias de hoje, nunca foram refutados.
- ii) Os dois enunciados são equivalentes.
- iii) A segunda lei nos diz da impossibilidade de se construir uma máquina do tipo “moto-perpétuo”, ou seja, que converte todo o calor em trabalho.

### O CICLO DE CARNOT

Entre os vários ciclos possíveis para as máquinas térmicas, o ciclo de Carnot, proposto no século XIX pelo engenheiro francês Sadi Carnot, é de especial importância, porque trata do ciclo mais eficiente do ponto de vista teórico. Carnot baseou seu projeto na condição de que todos os processos que constituem o ciclo fossem reversíveis.

Carnot percebeu que, como não existe perda de calor em processos reversíveis, o ciclo mais eficiente possível para uma máquina térmica seria aquele no qual todos os processos fossem reversíveis. É bom que se diga que expansões e compressões adiabáticas são reversíveis, bem como trocas de calor entre um sistema e uma fonte à mesma temperatura. Dessa maneira, o ciclo de Carnot consiste em uma expansão adiabática e uma compressão adiabática ligadas por uma expansão isotérmica e uma compressão também isotérmica na imagem a seguir.



Disponível em: [encurtador.com.br/eBEFT](http://encurtador.com.br/eBEFT). Acesso em: 25 ago. 2022 (Adaptado).

Note que o Ciclo de Carnot é um ciclo ideal; na prática, não é possível construir uma máquina térmica que se comporte exatamente como uma máquina de Carnot. Isso significa que a máquina térmica de melhor eficiência possível seria aquela que mais se aproximasse à máquina de Carnot.

Clausius demonstrou que para uma máquina reversível é válida a relação:

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{T_A}{T_B}$$

Em que:

$T_A$  – Temperatura absoluta da fonte quente;

$T_B$  – Temperatura absoluta da fonte fria;

Logo, para uma máquina de Carnot, eficiência pode ser encontrada utilizando a equação,

$$e = 1 - \frac{T_B}{T_A}$$



### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

#### ATIVIDADE 01 – (UFRS-RS-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

A cada ciclo, uma máquina térmica extrai 45 kJ de calor da sua fonte quente e descarrega 36 kJ de calor na sua fonte fria. O rendimento máximo que essa máquina pode ter é de

- (A) 20%.
- (B) 25%.
- (C) 75%.
- (D) 80%.
- (E) 100%.

#### ATIVIDADE 02 – (UFPEL-RS-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Um ciclo de Carnot trabalha entre duas fontes térmicas: um quente em temperatura de 227°C e uma fria em temperatura -73°C. O rendimento desta máquina, em percentual, é de:

- (A) 10.
- (B) 25.
- (C) 35.
- (D) 50.
- (E) 60.

**ATIVIDADE 03 – (UFAM-AM-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Um inventor diz ter desenvolvido uma máquina térmica que, operando entre duas fontes térmicas, quente e fria, com temperaturas de 500K e 250K, respectivamente, consegue, em cada ciclo, realizar uma quantidade de trabalho equivalente a 75% do calor absorvido da fonte quente, rejeitando 25% da energia gerada por essa fonte. De acordo com as leis da termodinâmica, é possível que o inventor tenha realmente desenvolvido tal máquina?

- (A) Não é possível, uma vez que essa máquina teria um rendimento maior que o rendimento de uma máquina de Carnot, operando entre as mesmas fontes.
- (B) Não é possível, uma vez que o rendimento da máquina é 100%.
- (C) É possível, uma vez que não violaria a Primeira Lei da Termodinâmica.
- (D) Não é possível, uma vez que violaria a Primeira Lei da Termodinâmica.
- (E) É possível, uma vez que essa máquina teria um rendimento de uma máquina de Carnot, operando entre as mesmas fontes.

**ATIVIDADE 04 – (UFC-CE-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

A eficiência de uma máquina de Carnot que opera entre a fonte de temperatura alta ( $T_1$ ) e a fonte de temperatura baixa ( $T_2$ ) é dada pela expressão  $\eta = 1 - (T_2/T_1)$ , em que  $T_1$  e  $T_2$  são medidas na escala absoluta ou de Kelvin. Suponha que você dispõe de uma máquina dessas com uma eficiência  $e = 30\%$ .

Se você dobrar o valor da temperatura da fonte quente, a eficiência da máquina passará a ser igual a

- (A) 40%.
- (B) 45%.
- (C) 50%.
- (D) 60%.
- (E) 65%.

**ATIVIDADE 05 – (UFSSCAR-SP-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Inglaterra, século XVIII. Hargreaves patenteia sua máquina de fiar; Arkwright inventa a fiandeira hidráulica;



James Watt introduz a importantíssima máquina a vapor. Tempos modernos! (C. Alencar, L. C. Ramalho e M. V. T. Ribeiro, “História da Sociedade Brasileira”.)

As máquinas a vapor, sendo máquinas térmicas reais, operam em ciclos de acordo com a segunda lei da Termodinâmica. Sobre estas máquinas, considere as três afirmações seguintes:

- I. quando em funcionamento, rejeitam para a fonte fria parte do calor retirado da fonte quente.
- II. No decorrer de um ciclo, a energia interna do vapor de água se mantém constante.
- III. Transformam em trabalho todo calor recebido da fonte quente.

É correto o contido apenas em

- (A) I.
- (B) II.
- (C) III.
- (D) I e II.
- (E) II e III.

**ATIVIDADE 06 – (PUC-MG-Adaptada)**

A respeito do que faz um refrigerador, pode-se dizer que

- (A) produz frio.
- (B) anula o calor.
- (C) converte calor em frio.
- (D) remove calor de uma região e o transfere a outra.
- (E) Nenhuma das alternativas anteriores.

**ATIVIDADE 07 – (UEL-PR-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

A conservação de alimentos pelo frio é uma das técnicas mais utilizadas no dia a dia, podendo ocorrer pelos processos de refrigeração ou de congelamento, conforme o tipo de alimento e o tempo de conservação desejado.

Sobre os refrigeradores, considere as afirmativas.

I – O refrigerador é uma máquina que transfere calor.

II – O funcionamento do refrigerador envolve os ciclos de evaporação e de condensação do gás refrigerante.

III – O gás refrigerante é uma substância com baixo calor latente de vaporização.

IV – O processo de refrigeração realiza trabalho ao retirar calor da fonte fria e transferi-lo para a fonte quente.

Assinale a alternativa CORRETA.

- (A) Somente as afirmativas I e II são corretas.
- (B) Somente as afirmativas I e III são corretas.
- (C) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
- (D) Somente as afirmativas I, II e IV são corretas.
- (E) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.

**ATIVIDADE 08 – (UFAL-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

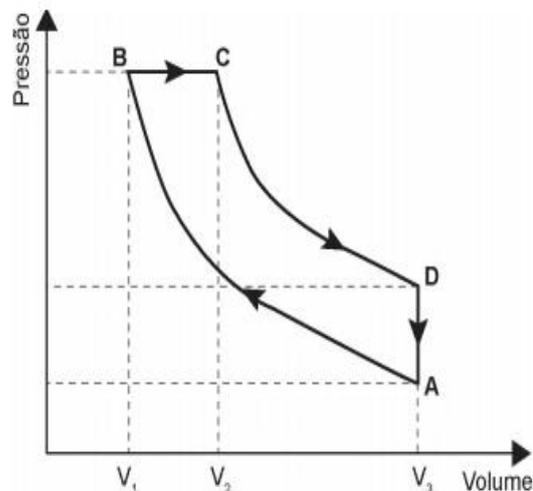
A cada ciclo de funcionamento, o motor de um certo automóvel retira 40 kJ do compartimento da fonte quente, onde se dá a queima do combustível, e realiza 10 kJ de trabalho. Sabendo que parte do calor retirado da fonte quente é dispensado para o ambiente (fonte fria) a uma temperatura de 27 °C, qual seria a temperatura no compartimento da fonte quente se esse motor operasse segundo o ciclo de Carnot?

- (A) 127 °C
- (B) 177 °C
- (C) 227 °C
- (D) 277 °C
- (E) 377 °C

**MOMENTO ENEM****QUESTÃO 01 – (ENEM/2017-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Rudolf Diesel patenteou um motor a combustão interna de elevada eficiência, cujo ciclo está esquematizado no diagrama pressão x volume. O ciclo Diesel é composto por quatro etapas, duas das quais são transformações adiabáticas. O motor de Diesel é caracterizado pela compressão de ar apenas, com a injeção do combustível no final.



No ciclo Diesel, o calor é absorvido em:

- (A) A → B e C → D, pois em ambos ocorre realização de trabalho.
- (B) A → B e B → C, pois em ambos ocorre elevação da temperatura.
- (C) C → D, pois representa uma expansão adiabática e o sistema realiza trabalho.
- (D) A → B, pois representa uma compressão adiabática em que ocorre elevação da temperatura.
- (E) B → C, pois representa expansão isobárica em que o sistema realiza trabalho e a temperatura se eleva.

### QUESTÃO 02 – (ENEM/2021-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento da energia em outra forma.

CARVALHO, A. X. Z. **Física térmica**. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a

- (A) liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- (B) realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- (C) conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- (D) transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- (E) utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

### QUESTÃO 02 – (ENEM/2009-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Nos processos de transformação de energia envolvidos no funcionamento da geladeira, o/a

- (A) expansão do gás é um processo que cede a energia necessária ao resfriamento da parte interna da geladeira.
- (B) calor flui de forma não-espontânea da parte mais fria, no interior, para a mais quente, no exterior da geladeira.
- (C) quantidade de calor cedida ao meio externo é igual ao calor retirado da geladeira.
- (D) eficiência é tanto maior quanto menos isolado termicamente do ambiente externo for o seu compartimento interno.

- (E) energia retirada do interior pode ser devolvida à geladeira abrindo-se a sua porta, o que reduz seu consumo de energia.



### REFERÊNCIAS

FUNDAÇÃO CECIERJ. **Física** - Fascículo 4 Unidade 10 - Entropia e a segunda lei da termodinâmica. 2016. Disponível em: [encurtador.com.br/nGVWY](http://encurtador.com.br/nGVWY). Acesso em: 10 ago. 2022.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física** – ondas, óptica e termodinâmica. 2. ed. São Paulo: Ática, 2013.

GODOY, L.; AGNOLO, R.; MELO W. **Ciências da Natureza** – movimentos e equilíbrios na Natureza. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.

HALLIDAY, D.; WALKER, J.; RESNICK R. **Fundamentos de Física**. 8. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 2.

KESTEN, Philip R.; TAUCK, David L. **Física na Universidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015. v. II.

### CAPÍTULO 06 – MOMENTO 01 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

#### COMPONENTE CURRICULAR

#### FÍSICA

#### COMPETÊNCIA ESPECÍFICA

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

#### HABILIDADE DA BNCC

**(EM13CNT102)** Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de

estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

#### **OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM**

**(GO-EMCNT102D)** Aplicar conceitos relativos à termodinâmica e termoquímica (calor; processos endotérmicos e exotérmicos; entalpia e entropia), considerando diversas situações cotidianas, para analisar o funcionamento de mecanismos térmicos.

#### **OBJETOS DE CONHECIMENTO**

Leis da Termodinâmica.

#### **DESCRITOR SAEB/SAEGO**

Identificar Máquinas Térmicas.

### **MOMENTO 01 – FÍSICA**

#### **Imersão Curricular**



#### **PROCEDIMENTOS**

#### **ATENÇÃO!**

#### **A PROPRIEDADE DO SISTEMA CHAMADA ENTROPIA**

Quando tivemos a oportunidade de analisar a 1ª lei da termodinâmica (2º bimestre), inicialmente, definimos uma propriedade, A ENERGIA INTERNA, e com esta nova propriedade do sistema pudemos utilizar a essa quantitativamente para um processo qualquer.

Para a 2ª Lei da Termodinâmica podemos igualmente deduzir uma propriedade que chamaremos ENTROPIA e será representada pela letra "S". De início é importante que se diga que Energia (1ª Lei) e Entropia (2ª Lei), são conceitos abstratos que auxiliam na análise de diversos sistemas e, por isso, são quantidades fundamentais para a ciência.

Energia e Entropia são conceitos abstratos idealizados para auxiliar na análise de sistemas térmicos. Nesse breve módulo, vamos entender o significado de entropia bem como seu desdobramento para o entendimento vários fenômenos da Natureza.

#### **ENTROPIA**

Considere por um momento uma gaveta de camisetas. Lá pode-se encontrar camisetas de cores amarelas e verdes, todas misturadas. Se, ao fechar os olhos, você pega quatro camisetas, qual a distribuição de cores mais provável? Para responder a essa questão, é necessário considerar o grau de organização de cada grupo possível de quatro camisetas. Uma possibilidade de grupo bastante "organizado" é aquele em que se consegue pegar quatro camisetas verdes, ao passo que um grupo de duas camisetas amarelas e duas verdes seria um grupo menos organizado dada sua aleatoriedade.

O exemplo que demos anteriormente nos auxilia a mostrar a relação que existe entre a ordem e a probabilidade de que um sistema passe de um dado estado inicial para um dado estado final.

Existe apenas uma forma de conseguirmos um grupo de quatro camisetas verdes: Todas as camisetas escolhidas ao acaso serem verdes. Por outro lado, existem quatro formas diferentes de conseguirmos um grupo diferente de três camisetas verdes e uma amarela. Uma forma é escolher uma camiseta verde nas três primeiras tentativas e escolher uma camiseta amarela na última tentativa. Podemos interpolar as possibilidades para perceber as outras maneiras desse arranjo de camisetas. De qualquer forma, o resultado mais provável é aquele que concebe um conjunto de duas camisetas amarelas e duas azuis. Isso significa que este é o estado mesmo organizado de um sistema de quatro camisetas.

Embora se trate de um exemplo trivial, podemos generalizar esse raciocínio para qualquer sistema: o estado mais provável de um sistema é o estado com maior grau de desordem. Assim, por exemplo, dois objetos em contato térmico atingem o estado de equilíbrio quando estão a mesma temperatura, não porque essa é a única possibilidade, mas porque, é a mais provável. A lei da conservação da energia não seria violada se o objeto mais quente ficasse ainda mais quente e o objeto mais frio ficasse ainda mais frio, mas a

possibilidade dessa ocorrência é extremamente pequena.

Na intenção de representar a ordem de um sistema termodinâmico vamos definir uma nova grandeza chamada entropia (S). Ela é definida de tal forma que quanto menor o seu valor, maior o grau de ordem de um sistema. Assim, de acordo com a segunda lei da termodinâmica, a entropia de um sistema isolado tende a aumentar até que todo o universo esteja em equilíbrio. Em outras palavras, a entropia está ligada à evolução dos processos termodinâmicos. Então, de que depende a entropia? No módulo anterior, mostramos que o ciclo de Carnot, consistia no ciclo mais eficiente de todos. Para determinar sua eficiência, utilizamos a equação:

$$e = 1 - \frac{T_A}{T_B}$$

Em que  $T_A$  e  $T_B$  são as temperaturas absolutas das fontes quente e fria respectivamente.

Por outro lado, a eficiência de qualquer processo é dada por

$$e = 1 - \frac{Q_B}{Q_A}$$

Assim, no caso do ciclo de Carnot,

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{T_A}{T_B}$$

Em outras palavras, a razão entre Q e T é a mesma na fonte fria e na fonte quente. Foi essa observação que levou o físico Clausius a associar a entropia a essa razão. É possível demonstrar que a variação da entropia está associada a essa razão, ou seja:

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

Logo, a unidade de "S" no sistema internacional é J/K.



### PROCEDIMENTOS

#### ATENÇÃO!

A tendência dos processos naturais é aumentar a entropia de um sistema isolado. No caso de um sistema isolado em equilíbrio, a entropia permanece constante. Considere

um processo que aumente a entropia de um sistema. Para reverter o processo, seria necessário diminuir a entropia do sistema e, portanto, o processo não ocorreria espontaneamente (necessário realização de trabalho sobre o sistema, por exemplo). Um processo só pode ser revertido sem uma interferência externa se estiver em equilíbrio antes e depois de ocorrer o processo. É o caso dos processos reversíveis nos quais a entropia permanece constante. Nos processos naturais irreversíveis, a entropia sempre aumenta.



### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

#### ATIVIDADE 01 –

##### Entropia no Polo Sul

Um cientista coloca uma bandeja com água do lado de fora das instalações da Estação Amundsen-Scott no Polo Sul (Veja Figura), e a água congela quase instantaneamente. Com isso, a entropia do universo diminuiu, aumentou ou permaneceu a mesma?



Disponível em: [encurtador.com.br/boGUZ](http://encurtador.com.br/boGUZ) Acesso: 29 ago. 2022.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE INTEGRADORA

### ATIVIDADE INTEGRADORA 01 –

#### Entropia e Segunda Lei da Termodinâmica

Esta atividade é muito simples e muito interessante, principalmente porque mostra um aspecto moderno da Física oriundo da Termodinâmica — a Física estatística.

Pegue duas caixas de fósforos vazias, uma as duas gavetas com fita adesiva e faça uma abertura no meio, que permita a passagem de feijões, por exemplo, de uma gaveta para a outra (existem no mercado travessas fechadas para frios, já divididas e com a abertura feita – se você encontrar uma delas a montagem fica mais fácil, basta substituir os feijões por bolinhas de gude que passem com facilidade pela abertura). Veja a figura a seguir.



Dois gavetas de caixas de fósforos unidas, com uma abertura no meio.

Providencie dois conjuntos de vinte feijões de cores diferentes: rosa e preto, por exemplo. Inicialmente, coloque os vinte feijões-pretos numa das gavetas deixando a outra vazia. Veja a figura a seguir.



Feijões colocados de um só lado (em ordem).

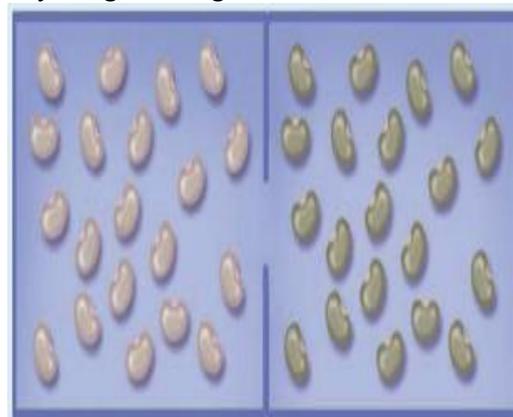
Há ordem nesta situação: todos os feijões estão numa só gaveta, portanto a entropia é pequena. Agora feche as gavetas com as caixas correspondentes e agite o conjunto. É importante que você agite o sistema sobre uma mesa horizontal para não inclinar as caixas para um lado só, alterando a simetria do sistema. Veja a seguir:



Simulação da agitação térmica.

Em seguida abra as gavetas e veja a distribuição dos feijões. É a mesma? O que mudou?

Agite um pouco e observe, repetindo o procedimento várias vezes. O que acontece com a entropia do sistema? Se você agitar mais vigorosamente, o que acontece? O que significa em Física “agitar mais vigorosamente”? Se você aumentar ou diminuir a abertura entre as gavetas ou substituir os feijões por grãos menores, como lentilhas, por exemplo, o que ocorre? Qual o significado físico dessas alterações? Em seguida, coloque 20 feijões-rosa numa gaveta e 20 feijões-pretos na outra. Há ordem de novo: cada cor em uma gaveta. Veja a figura a seguir.



Feijões de cores diferentes em lados diferentes (em ordem).

Repita o procedimento anterior e procure responder às mesmas perguntas.

Conclusão: suas observações estão de acordo com o enunciado de Boltzmann da segunda lei da Termodinâmica? A entropia do sistema variou? Houve “equilíbrio térmico”? Discuta com seus colegas e com o professor.

Disponível em: [encurtador.com.br/CTUZ2](http://encurtador.com.br/CTUZ2). Acesso em: 25 ago. 2022.



SAIBA MAIS

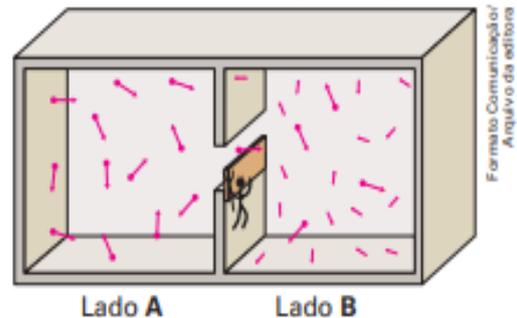
### ENTROPIA E A MORTE TÉRMICA DO UNIVERSO

Em meados do século XIX lord Kelvin formulou uma hipótese dramática baseada na segunda lei da Termodinâmica. Segundo essa lei, todos os corpos do Universo ficarão um dia à mesma temperatura. Quando isso ocorrer, concluiu Kelvin, não haverá como produzir trabalho a partir do calor. O Sol e as estrelas vão esfriar; a vida sobre a Terra deixará de existir: será a morte térmica do Universo.

O escocês James Clerk Maxwell (1831-1879), um dos maiores físicos que a humanidade já teve (a sua biografia é apresentada no volume 3), inconformado com a ideia da morte térmica do Universo, imaginou uma forma meio fantasiosa de nos livrar desse inexorável fim. Criou uma experiência de pensamento, conhecida pelo sugestivo nome de “demônio de Maxwell”, em que mostra a possibilidade de a segunda lei da Termodinâmica ser contrariada.

Maxwell imaginou dois compartimentos interligados por uma porta sem massa, cada um contendo um gás em equilíbrio térmico. Na porta haveria um hipotético e diabólico ser, capaz de distinguir as moléculas mais rápidas das mais lentas de ambos os compartimentos. Esse ser, sem consumir energia alguma, abrindo e fechando a porta, poderia controlar a passagem das moléculas de um compartimento para o outro. Dessa forma, ele faria com que as moléculas mais rápidas passassem para um lado, enquanto as mais lentas passassem para o outro. Depois de algum tempo, os compartimentos A e B, que inicialmente estavam à mesma temperatura, ficariam a temperaturas diferentes,

invertendo o sentido natural do fluxo de calor. Da desordem surgiria “espontaneamente” a ordem. Por exemplo, na figura, a seguir, o “demônio de Maxwell” deixa passar do lado A para o B só as moléculas rápidas; no sentido oposto só passam as mais lentas – depois de algum tempo, B torna-se mais quente que A.



O “demônio de Maxwell”.

Outra proposta para evitar a previsão da morte térmica do Universo foi sugerida pelo matemático francês Henri Poincaré (1854-1912), que deu grandes contribuições à Física. Em 1889, Poincaré publicou o teorema da repetição, que dizia: “à medida que o Universo sofre a morte térmica, volta a viver de novo. [...] Para ver o calor passar de um corpo frio para um corpo quente não é necessário ter a visão perspicaz, a inteligência e a destreza do demônio de Maxwell; basta ter um pouco de paciência”.

Para concluir nosso estudo de Termodinâmica, é importante lembrar que as teorias estatísticas baseadas na teoria cinética da matéria não descrevem adequadamente todos os fenômenos que se verificam no microcosmo. Elas tiveram um notável sucesso e convenceram quase todos da realidade do átomo e das moléculas, mas, nessa teoria, os gases só podem ser descritos como minúsculas bolinhas que se chocam freneticamente, de acordo com as leis de Newton, dentro de certos limites e aproximações. Além disso, problemas como a irreversibilidade dos fenômenos espontâneos e da validade de leis físicas para distinguir o passado do futuro são questões ainda mal resolvidas, que interessam a muitos físicos atualmente.

Disponível em: [encurtador.com.br/axJZ4](http://encurtador.com.br/axJZ4). Acesso em: 19 ago. 2022.



## AULA COM RECURSOS

### AUDIOVISUAIS

Para fixar tudo o que aprendemos até aqui com a Segunda Lei da Termodinâmica, sugerimos o vídeo do canal Ciência Todo o dia do Físico Pedro Loos. Disponível em: [encurtador.com.br/iyCW9](http://encurtador.com.br/iyCW9). Acesso em: 20 ago. 2022.



### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

#### ATIVIDADE 01 – (UPFI-Adaptada)

Assinale a alternativa que está incorreta no que concerne à entropia:

- (A) a entropia de gases é geralmente maior que a dos líquidos e a entropia de líquidos é geralmente maior que a dos sólidos;
- (B) a entropia normalmente aumenta quando um líquido puro ou sólido dissolve em um solvente;
- (C) a entropia aumenta quando um gás dissolvido escapa de uma solução;
- (D) a entropia do universo está aumentando continuamente;
- (E) a entropia de um processo complexo é a soma das entalpias simples desse processo.

#### ATIVIDADE 02 – (PUC-MG-Adaptada)

Qual dos seguintes estados é o mais desordenado?

- (A) gás próximo à temperatura de condensação.
- (B) líquido próximo ao ponto de ebulição.
- (C) sólido próximo ao ponto de fusão.
- (D) líquido próximo ao ponto de congelamento.
- (E) Nenhuma das alternativas anteriores.

#### ATIVIDADE 03 – (UEL-Adaptada)

Alternativas, a seguir, qual representa a mudança de estado físico que ocorre em consequência do aumento da entropia do sistema?

- (B)  $\text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{s})$
- (C)  $\text{CO}_2(\text{l}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$
- (D)  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{s})$
- (E)  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$
- (F)  $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

#### ATIVIDADE 04 – (UFG-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Considere o cilindro de um motor de combustão interna (motor de automóvel) onde o octano, no estado gasoso, sofre combustão, gerando produtos no estado gasoso. A expansão da câmara de combustão, com o consequente deslocamento do pistão, deve-se

- (A) à energia de vaporização dos produtos.
- (B) às mudanças de estado físico entre reagentes e produtos.
- (C) ao deslocamento do equilíbrio, em direção aos produtos.
- (D) à diminuição da entropia no processo.
- (E) ao aumento no número de moléculas.

#### ATIVIDADE 04 – (UEC-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

O conceito de entropia está intimamente associado à definição de espontaneidade de uma reação química, através da segunda lei da termodinâmica, embora não seja suficiente para caracterizá-la. Considerando os sistemas apresentados a seguir, assinale aquele em que há aumento de entropia.

- (A) Liquefação da água.
- (B) Síntese da amônia.
- (C) Reação do hidrogênio gasoso com oxigênio gasoso para formar água líquida.
- (D) Dissolução do nitrato de potássio em água.
- (E) Nenhuma das alternativas anteriores.



MOMENTO ENEM

**QUESTÃO 01 – (ENEM/2016-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Até 1824 acreditava-se que as máquinas térmicas, cujos exemplos são as máquinas a vapor e os atuais motores a combustão, poderiam ter um funcionamento ideal. Sadi Carnot demonstrou a impossibilidade de uma máquina térmica, funcionando em ciclos entre duas fontes térmicas (um quente e outra fria), obter 100% de rendimento.

Tal limitação ocorre porque essas máquinas

- (A) realizam trabalhos mecânico.
- (B) produzem aumento da entropia.
- (C) utilizam transformações adiabáticas.
- (D) contrariam a lei da conservação de energia.
- (E) funcionam com temperatura igual à da fonte quente.

**QUESTÃO 02 – (ENEM/2003-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

No Brasil, o sistema de transporte depende do uso de combustíveis fósseis e de biomassa, cuja energia é convertida em movimento de veículos. Para esses combustíveis, a transformação de energia química em energia mecânica acontece

- (A) Na combustão, que gera gases quentes para mover os pistões no motor.
- (B) Nos eixos, que transferem torque às rodas e impulsionam o veículo.
- (C) Na ignição, quando a energia elétrica é convertida em trabalho.
- (D) Na exaustão, quando gases quentes são expelidos para trás.
- (E) Na carburação, com a difusão do combustível no ar.

**QUESTÃO 02 – (ENEM/2010-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Com o objetivo de se testar a eficiência de fornos de micro-ondas, planejou-se o aquecimento em 10°C de amostras de diferentes substâncias, cada uma com determinada massa, em cinco fornos de

marcas distintas. Nesse teste, cada forno operou à potência máxima. O forno mais eficiente foi aquele que

- (A) forneceu a maior quantidade de energia às amostras.
- (B) cedeu energia à amostra de maior massa em mais tempo.
- (C) forneceu a maior quantidade de energia em menos tempo.
- (D) cedeu energia à amostra de menor calor específico mais lentamente.
- (E) forneceu a menor quantidade de energia às amostras em menos tempo.



**REFERÊNCIAS**

FUNDAÇÃO CECIERJ. **Física** - Fascículo 4 Unidade 10 - Entropia e a segunda lei da termodinâmica. 2016. Disponível em: [encurtador.com.br/nGVWY](http://encurtador.com.br/nGVWY). Acesso em: 10 ago. 2022.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física – ondas, óptica e termodinâmica**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2013.

GODOY, L.; AGNOLO, R.; MELO W. **Ciências da Natureza – movimentos e equilíbrios na natureza**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.

HALLIDAY, D.; WALKER, J.; RESNICK **R. Fundamentos de Física**. 8. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 2

KESTEN, Philip R.; Tauck, David L. **Física na universidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015. v. II.

**CAPÍTULO 07 – MOMENTO 01 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS**

**COMPONENTE CURRICULAR**

**QUÍMICA**

**COMPETÊNCIA ESPECÍFICA**

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos



- fonte de 6 V (fonte de alimentação, sequência de 4 pilhas grandes ou bateria de 9 V)
- 2 pedaços de fio rígido nº- 8 de 15 cm
- 2 pedaços de fio flexível nº- 2 de 30 cm
- 2 béqueres de 250 mL
- água destilada
- solução de KI a 5% (10 g sal em 200 mL de água – se não houver KI, pode-se utilizar NaCl)
- solução de fenolftaleína a 5%
- solução saturada de amido (somente se estiver utilizando solução de KI).

### **Procedimento**

1. Dobre os pedaços de fio rígido, representados em preto na figura ao lado, e desencape suas pontas para fazer os eletrodos.
2. Conecte os fios flexíveis (representados em preto) na fonte de corrente contínua e nos eletrodos, conforme a figura ao lado.
3. Coloque água destilada até  $2/3$  do volume do béquer, pingue cinco gotas de fenolftaleína e cinco de amido e observe por cinco minutos.
4. Troque de béquer, colocando no segundo a solução de KI. Depois, pingue cinco gotas de fenolftaleína e cinco de amido e observe por cinco minutos.



### **SUGESTÃO DE DEBATE**

- O que você observou ao passar corrente elétrica pelo béquer contendo água destilada?
- Quais os íons presentes na solução? Quais são atraídos para o polo negativo e quais são atraídos para o polo positivo?
- Qual o objetivo da fenolftaleína – indicador ácido-base – no experimento? O que podemos afirmar com base em seu efeito?
- A solução de KI contém iguais quantidades de íons  $H^+$  e  $OH^-$ . Como podemos relacionar o efeito da fenolftaleína com essa informação?
- O amido indica a presença de iodo ( $I_2$ ), conferindo coloração violeta à solução. De

acordo com o experimento, de onde pode ter surgido o iodo?



### **SAIBA MAIS**

SARTORI, Elen R. *et al.* Construção de Uma Célula Eletrolítica para o Ensino de Eletrólise a Partir de Materiais de Baixo Custo. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 107-111, maio 2013. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35\\_2/07-EEQ-02-12.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/07-EEQ-02-12.pdf). Acesso em: 20 set 2022.

Nesse artigo, é descrita a construção de uma célula eletrolítica a partir de materiais de baixo custo para um experimento de eletrólise com uma solução de KI 0,1 mol L<sup>-1</sup>. Íons iodeto foram oxidados a iodo no ânodo, visualizado pela cor castanho-amarelada formada, e a água foi reduzida no cátodo, produzindo íons hidroxilas que causaram a mudança de cor de uma solução de extrato de repolho roxo. Ademais, determinou-se o valor da constante de Avogadro a partir da carga envolvida na eletrólise.



### **SUGESTÃO DE ATIVIDADE**

#### **ATIVIDADE 01 –**

Organizem-se em duplas, realizem uma pesquisa, responda às questões e sistematize as principais ideias em um mural virtual compartilhado. Na sequência, socializem sua produção com os colegas e debata as ideias com a turma.

- a) Explique o que é eletrólise e como acontece? Comente sobre a importância da eletrólise para a sociedade contemporânea?

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



O  $\text{Na}^+$  é um íon expectador, uma vez que não se envolve no processo de reação. Nessa caso, juntamente com o  $\text{OH}^-$  formado, ele irá originar um subproduto: **NaOH**.

**ASPECTOS QUANTITATIVOS DA ELETRÓLISE**



A quantidade de substância produzida numa eletrólise é proporcional à quantidade de carga que passa pelo sistema e a massa molar da substância.

Para cada **1 mol de elétrons** envolvido numa oxidação ou redução, ocorre a transferência de 1 Faraday (ou 96500 Coulombs).

Portanto, a quantidade de carga que passa por um sistema depende da quantidade de elétrons que envolvidos. Tal quantidade de carga pode ser determinada através da corrente e do tempo de eletrólise.

$$Q = i \cdot t$$

**Q:** quantidade de carga (em Coulombs – C)

**i:** intensidade da corrente elétrica (em Ampere – A)

**t:** tempo (em segundos)

$$1 \text{ mol } e^- \rightarrow 1 \text{ Faraday} \rightarrow 96500 \text{ C}$$

**EXEMPLO**

(UFRS) Sabendo que um Faraday é igual a 96500 C, o tempo, em segundos, necessário para eletrodepositar 6,35 g de  $\text{Cu}^{2+}$  utilizando uma corrente de 2 amperes é de:

Dado:  $\text{Cu} = 63,5 \text{ u}$ .

- (A) 6,3
- (B) 12,6
- (C) 4825
- (D) 9650
- (E) 19300



$$1 \text{ mol de } e^- \quad \begin{array}{l} 2 \text{ mol } e^- \\ 96.500 \text{ C} \end{array} \rightsquigarrow 1 \text{ mol de Cu}$$

↓

96.500 C

Como cda mol de elétrons equivale a 96500C, temos



$$1 \text{ mol de } e^- \quad \begin{array}{l} 2.96500 \text{ C} \\ 96.500 \text{ C} \end{array} \rightsquigarrow 1 \text{ mol de Cu}$$

↓

96.500 C

$M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g/mol}$

Como  $M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g/mol}$ , podemos substituir:



$$1 \text{ mol de } e^- \quad \begin{array}{l} 2.96500 \text{ C} \\ 96.500 \text{ C} \end{array} \rightsquigarrow \begin{array}{l} 63,5 \text{ g de Cu} \\ 6,35 \text{ g de Cu} \end{array}$$

↓

96.500 C

$M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g/mol}$

O exercício fala em 6,35g de Cu produzidas.

Então:



$$1 \text{ mol de } e^- \quad \begin{array}{l} 2.96500 \text{ C} \\ 96.500 \text{ C} \end{array} \rightsquigarrow \begin{array}{l} 63,5 \text{ g de Cu} \\ 6,35 \text{ g de Cu} \end{array}$$

↓

96.500 C

$M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g/mol}$

Finalizando:



$$1 \text{ mol de } e^- \quad \begin{array}{l} 2.96500 \text{ C} \\ 96.500 \text{ C} \end{array} \rightsquigarrow \begin{array}{l} 63,5 \text{ g de Cu} \\ 6,35 \text{ g de Cu} \end{array}$$

↓

96.500 C

$$Q = \frac{2 \cdot 96500 \cdot 6,35}{63,5}$$

$Q = 19300 \text{ C}$

Como  $Q = i \cdot t$

$Q = 19300 \text{ C}$

$Q = i \cdot t$

$i = 2 \text{ A}$

$19300 = 2 \cdot t$

$t = ? \text{ s}$

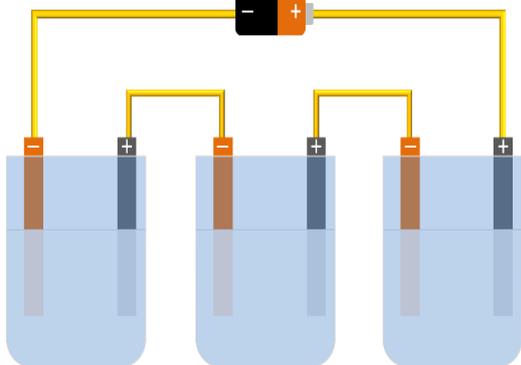
$t = \frac{19300}{2}$

$t = 9650 \text{ s}$

**D**

## ELETRÓLISE EM SÉRIE

A quantidade de carga (Q) em todas as cubas é a mesma.



Conhecendo a quantidade de carga que passa por uma das cubas, sabe-se em todas: o valor é o mesmo.

Os problemas te darão condições de determinar essa quantidade de carga e aí, basta aplicar para as demais cubas de acordo com o que a questão pede.

## REFINO ELETROLÍTICO

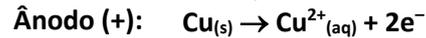
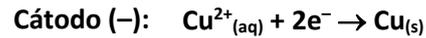
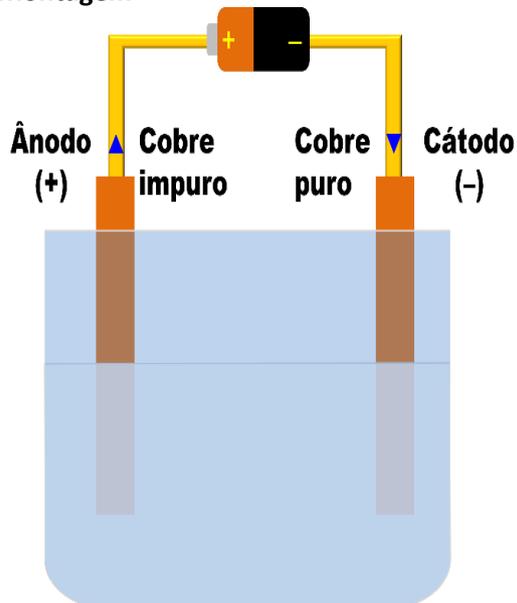
Técnica utilizada para aumentar o grau de pureza de um metal numa amostra (a eficiência pode chegar a 99.9% de pureza). A única reação que ocorre é a oxidação e a redução do metal que se está purificando.

### Objetivo:

- Purificação de metais

É muito utilizada para a purificação de cobre para a produção de fios elétricos.

### Montagem



**Global:** Não existe

O cobre no eletrodo do metal impuro sofre oxidação e, na sequência, sofre redução no eletrodo de cobre puro.

A purificação é necessária para diminuir a resistência do fio à passagem de corrente elétrica, o que leva a perdas de energia!

## GALVANOPLASTIA

Processo eletrolítico para recobrimento metálico de objetos (douração, niquelagem, cromação etc.)

### Objetivos:

- Proteção contra corrosão.
- Melhoria na condutividade elétrica.
- Estética.

### DOURAÇÃO



### CROMAÇÃO

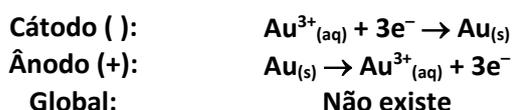
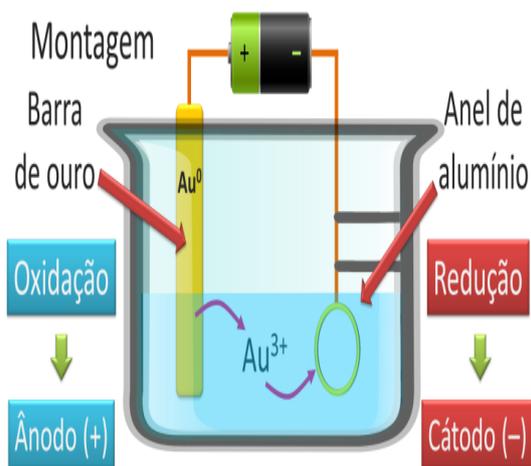


### Cuidados:

- Cátodo: deve ser a peça que se quer recobrir.
- Ânodo: feito do metal que irá recobrir a peça.
- Solução: deve conter o íon do metal que irá recobrir a peça.
- 

### Exemplo

Douração para a produção de semijoias e bijuterias:



Note que, assim como no refino eletrolítico, a única reação que ocorre é a oxidação e redução do metal em questão. Nesse caso, o ouro.



#### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

##### ATIVIDADE 01 – (Unifor-CE-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

As proposições a seguir estão relacionadas com eletrólise:

- I. As reações de eletrólise ocorrem com consumo de energia elétrica.
- II. Soluções aquosas de glicose não podem ser eletrolisadas porque não conduzem corrente elétrica.
- III. Nas eletrólises de soluções salinas, os cátions metálicos sofrem oxidação.

Podemos afirmar que apenas:

- (A) I é correta.
- (B) II é correta.
- (C) III é correta.
- (D) I e II são corretas.
- (E) II e III são corretas.

##### ATIVIDADE 02 – (FCC-BA-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Na eletrólise ígnea do  $\text{CaCl}_2$ , obtiveram-se cloro no ânodo e cálcio no cátodo. Para representar apenas o processo de oxidação que ocorreu nessa eletrólise, escreve-se:

- (A)  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ca}$
- (B)  $\text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{Ca} + 2\text{e}^-$
- (C)  $\text{Cl}^- + \text{e}^- \rightarrow \frac{1}{2} \text{Cl}$
- (D)  $\text{Cl}^- \rightarrow \frac{1}{2} \text{Cl}_2 + \text{e}^-$
- (E)  $\text{Cl}_2 + \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}$

##### ATIVIDADE 03 – (UFRS -Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Na eletrólise de nitrato de ferro II, em solução aquosa, ocorre:

- (A) Redução no polo negativo com formação de ferro metálico.
- (B) Oxidação no polo negativo com liberação de gás oxigênio.
- (C) Redução no polo positivo com liberação de gás oxigênio.
- (D) Oxidação no polo positivo com formação de gás  $\text{NO}_2$ .
- (E) Redução no polo negativo com formação de gás hidrogênio.

##### ATIVIDADE 04 – (UFRGS-RS-Adaptada)

No cátodo de uma célula de eletrólise sempre ocorre:

- (A) Deposição de metais.
- (B) Uma semirreação de redução.
- (C) Produção de corrente elétrica
- (D) Desprendimento de gás hidrogênio.
- (E) Corrosão química.

##### ATIVIDADE 05 – (FEI-SP-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Dois alunos de Química realizaram eletrólise do  $\text{BaCl}_2$ ; a primeira aquosa e, a segunda, ígnea. Com relação ao resultado, podemos afirmar que ambas obtiveram:

- (A)  $\text{H}_2$  e  $\text{O}_2$  nos ânodos.
- (B)  $\text{H}_2$  e Ba nos ânodos.
- (C)  $\text{Cl}_2$  e Ba nos eletrodos.
- (D)  $\text{H}_2$  nos cátodos.
- (E)  $\text{Cl}_2$  nos ânodos.

##### ATIVIDADE 06 – (Unesp-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Uma solução aquosa de  $\text{CuCl}_2$  é submetida a uma eletrólise, utilizando-se eletrodos de platina. A afirmação correta é:

- (A) No cátodo ocorre redução do íon  $\text{Cu}^{2+}$ .
- (B) No ânodo ocorre oxidação do íon  $\text{Cu}^{2+}$ .
- (C) No cátodo ocorre formação de cloro gasoso.
- (D) Parte do ânodo de platina dissolve-se, formando  $\text{Pt}^{2+}$ .
- (E) Os produtos dessa eletrólise seriam diferentes se a eletrólise do  $\text{CuCl}_2$  fosse ígnea (fusão).

**ATIVIDADE 07 – (UFRN-Adaptada)**

Considere os seguintes sistemas:

- I. Cloreto de sódio fundido;
- II. Solução aquosa de cloreto de sódio;
- III. Hidróxido de sódio fundido;
- IV. Solução aquosa de hidróxido de sódio.

Os que podem fornecer sódio, quando submetidos à eletrólise, são:

- (A) Apenas I e II.
- (B) Apenas I e III.
- (C) Apenas II e IV.
- (D) Apenas III e IV.
- (E) I, II, III e IV.

**ATIVIDADE 08 – (MACK-SP-Adaptada)**

Na eletrólise ígnea de  $\text{NaCl}$ , verifica-se que:

- (A) No cátodo, deposita-se sódio metálico.
- (B) No ânodo, ocorre redução.
- (C) No cátodo, ocorre oxidação.
- (D) No ânodo, há deposição de  $\text{NaCl}$ .
- (E) No cátodo, os íons sódio perdem elétrons.

**ATIVIDADE 09 – (FUVEST-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Água contendo  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  apenas para tornar o meio condutor e o indicador fenolftaleína, é eletrolisada com eletrodos inertes. Nesse processo observa-se desprendimento de gás.

- (A) De ambos os eletrodos e aparecimento de cor vermelha somente ao redor do eletrodo negativo.

- (B) De ambos os eletrodos e aparecimento de cor vermelha somente ao redor do eletrodo positivo.
- (C) Somente do eletrodo negativo e aparecimento de cor vermelha ao redor do eletrodo positivo.
- (D) Somente do eletrodo positivo e aparecimento de cor vermelha ao redor do eletrodo negativo.
- (E) De ambos os eletrodos e aparecimento de cor vermelha ao redor de ambos os eletrodos.

**ATIVIDADE 10 – (UEL/2014-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Na eletrólise de uma solução aquosa diluída de um certo eletrólito verifica-se a decomposição da água, com formação de 20 mililitros de hidrogênio. Nessas condições, quantos mililitros de oxigênio são obtidos?

- (A) 40
- (B) 20
- (C) 15
- (D) 10
- (E) 0,5



**REFERÊNCIA**

Projeto Agatha, “Eletroquímica, Eletrólise. Disponível em: <http://gg.gg/12e1rg>. Acesso em: 24 ago. 2022.



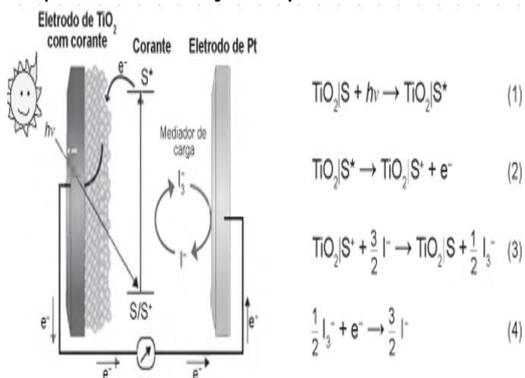
**MOMENTO ENEM**

**QUESTÃO 01 – (ENEM/2018-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Células solares à base de  $\text{TiO}_2$  sensibilizadas por corantes (S) são promissoras e poderão vir a substituir as células de silício. Nessas células, o corante adsorvido sobre o  $\text{TiO}_2$  é responsável por absorver a energia luminosa ( $h\nu$ ), e o corante excitado ( $S^*$ ) é capaz de transferir elétrons para o  $\text{TiO}_2$ . Um esquema dessa célula e os processos envolvidos estão

ilustrados na figura. A conversão de energia solar em elétrica ocorre por meio da sequência de reações apresentadas.



LONGO, C.; DE PAOLI, M.-A. Dye-Sensitized Solar Cells: A Successful Combination of Materials. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, n. 6, 20

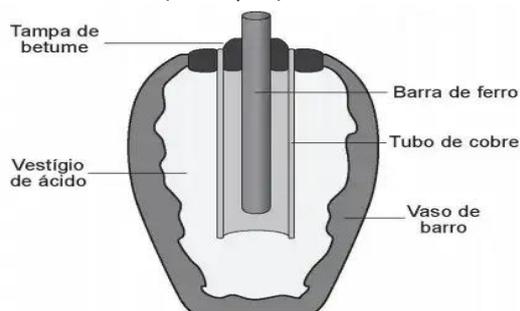
A reação 3 é fundamental para o contínuo funcionamento da célula solar, pois

- (A) Reduz íons  $\text{I}^-$  a  $\text{I}_3^-$ .
- (B) Regenera o corante.
- (C) Garante que a reação 4 ocorra.
- (D) Promove a oxidação do corante.
- (E) Transfere elétrons para o eletrodo de  $\text{TiO}_2$ .

### QUESTÃO 02 – (ENEM/2018-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Em 1938 o arqueólogo alemão Wilhel König, diretor do Museu Nacional do Iraque, encontrou um objeto estranho na coleção da instituição, que poderia ter sido usado como uma pilha, similar às utilizadas em nossos dias. A suposta pilha, datada de cerca de 200 a.C., é constituída de um pequeno vaso de barro (argila) no qual foram instalados um tubo de cobre, uma barra de ferro (aparentemente corroída por ácido) e uma tampa de betume (asfalto), conforme ilustrado. Considere os potenciais-padrão de redução:  $E^\ominus(\text{Fe}^{2+}|\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$ ;  $E^\ominus(\text{H}^+|\text{H}_2) = -0,00 \text{ V}$ ;  $E^\ominus(\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}) = -0,34 \text{ V}$ .



As pilhas de Bagdá e a acupuntura. Disponível em: <http://jornalgggn.com.br>. Acesso em: 14 dez. 2014 (adaptado).

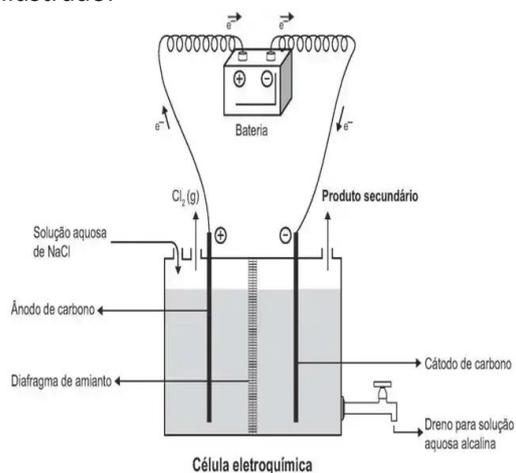
Nessa suposta pilha, qual dos componentes atuaria como cátodo?

- (A) A tampa de betume.
- (B) O vestígio de ácido.
- (C) A barra de ferro.
- (D) O tubo de cobre.
- (E) O vaso de barro.

### QUESTÃO 03 – (ENEM/2017-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

A eletrólise é um processo não espontâneo de grande importância para a indústria química. Uma de suas aplicações é a obtenção do gás cloro e do hidróxido de sódio, a partir de uma solução aquosa de cloreto de sódio. Nesse procedimento, utiliza-se uma célula eletroquímica, como ilustrado.



SHREVE, R. N.; BRINK, J. A. *Indústrias de processos químicos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997 (adaptado).

No processo eletrolítico ilustrado, o produto secundário obtido é o

- (A) Vapor de água.
- (B) Oxigênio molecular.
- (C) Hipoclorito de sódio.
- (D) Hidrogênio molecular.
- (E) Cloreto de hidrogênio.

### QUESTÃO 04 – (ENEM/2016-PPL-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

A obtenção do alumínio dá-se a partir da bauxita ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), que é purificada e eletrolisada numa temperatura de  $1\ 000\ ^\circ\text{C}$ . Na célula eletrolítica, o ânodo é formado por barras de grafita ou carvão, que são consumidas no processo de eletrólise, com

formação de gás carbônico, e o cátodo é uma caixa de aço coberta de grafita.

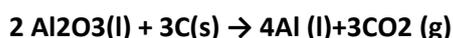
A etapa de obtenção do alumínio ocorre no

- (A) Ânodo, com formação de gás carbônico.
- (B) Cátodo, com redução do carvão na caixa de aço.
- (C) Cátodo, com oxidação do alumínio na caixa de aço.
- (D) Ânodo, com depósito de alumínio nas barras de grafita.
- (E) Cátodo, com fluxo de elétrons das barras de grafita para a caixa de aço.

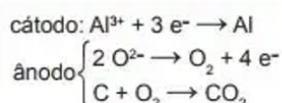
**QUESTÃO 05 – (ENEM/2015-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

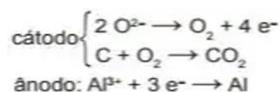
O alumínio é um metal bastante versátil, pois, a partir dele, podem-se confeccionar materiais amplamente utilizados pela sociedade. A obtenção do alumínio ocorre a partir da bauxita, que é purificada e dissolvida em criolita fundida (Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>) e eletrolisada a cerca de 1 000 °C. Há liberação do gás dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), formado a partir da reação de um dos produtos da eletrólise com o material presente nos eletrodos. O ânodo é formado por barras de grafita submergidas na mistura fundida. O cátodo é uma caixa de ferro coberta de grafita. A reação global do processo é:



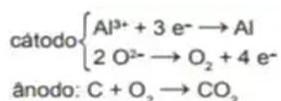
Na etapa de obtenção do alumínio líquido, as reações que ocorrem no cátodo e ânodo são:



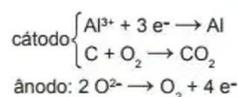
(A)



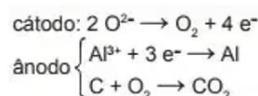
(B)



(C)



(D)



(E)

Resposta: A

**QUESTÃO 06 – (ENEM/2014-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

A revelação das chapas de raios X gera uma solução que contém íons prata na forma de Ag(S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>2</sub><sup>3-</sup>. Para evitar a descarga desse metal no ambiente, a recuperação de prata metálica pode ser feita tratando eletroquimicamente essa solução com uma espécie adequada. O quadro apresenta semirreações de redução de alguns íons metálicos.

Semirreação de redução	E° (V)
$\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s}) + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$	+0,02
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pt}(\text{s})$	+1,20
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{s})$	-1,66
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s})$	-0,14
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	-0,76

BENDASSOLLI, J. A. et al. Procedimentos para a recuperação de Ag de resíduos líquidos e sólidos. Química Nova, v. 26, n. 4, 2003 (adaptado).

Das espécies apresentadas, a adequada para essa recuperação é

- (A) Cu (s).
- (B) Pt (s).
- (C) Al<sup>3+</sup>(aq).
- (D) Sn (s).
- (E) Zn<sup>2+</sup>(aq)

**QUESTÃO 07 – (ENEM/2013-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Eu também podia decompor a água, se fosse salgada ou acidulada, usando a pilha de Daniell como fonte de força. Lembro o prazer extraordinário que sentia ao decompor um pouco de água em uma taça para ovos quentes, vendo-a separar-se em seus elementos, o oxigênio em um eletrodo, o hidrogênio no outro. A eletricidade de uma pilha de 1 volt parecia tão fraca, e no entanto podia ser suficiente para desfazer um composto químico, a água...

SACKS, O. **Tio Tungstênio**: memórias de uma infância química. São Paulo: Cia. das Letras, 2002.

O fragmento do romance de Oliver Sacks relata a separação dos elementos que compõem a água. O princípio do método apresentado é utilizado industrialmente na

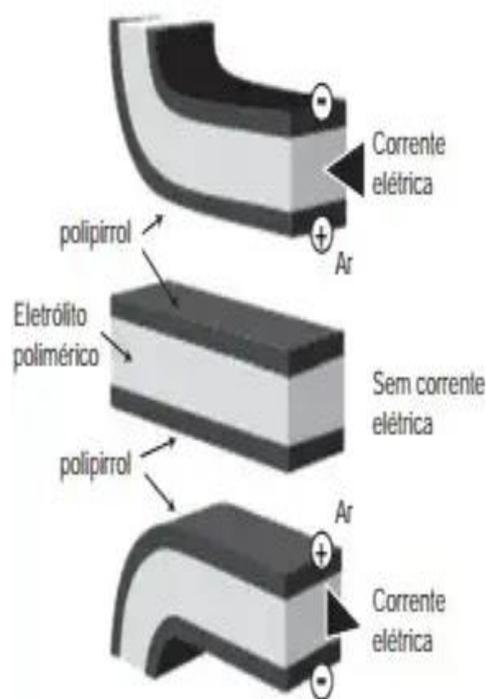
- (A) Obtenção de ouro a partir de pepitas.
- (B) Obtenção de calcário a partir de rochas.
- (C) Obtenção de alumínio a partir da bauxita.
- (D) Obtenção de ferro a partir de seus óxidos.
- (E) Obtenção de amônia a partir de hidrogênio e nitrogênio.

**QUESTÃO 08 – (ENEM/2013-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Músculos artificiais são dispositivos feitos com plásticos inteligentes que respondem a uma corrente elétrica com um movimento mecânico. A oxidação e redução de um polímero condutor criam cargas positivas e/ou negativas no material, que são compensadas com a inserção ou expulsão de cátions ou ânions. Por exemplo, na figura os filmes escuros são de polipirrol e o filme branco é de um eletrólito polimérico contendo um sal inorgânico. Quando o polipirrol sofre oxidação, há a inserção de ânions para compensar a carga positiva no polímero e o filme se expande. Na outra face do dispositivo o filme de polipirrol sofre

redução, expulsando ânions, e o filme se contrai. Pela montagem, em sanduíche, o sistema todo se movimenta de forma harmônica, conforme mostrado na figura.



A camada central de eletrólito polimérico é importante porque

- (A) absorve a irradiação de partículas carregadas, emitidas pelo aquecimento elétrico dos filmes de polipirrol.
- (B) permite a difusão dos íons promovida pela aplicação de diferença de potencial, fechando o circuito elétrico.
- (C) mantém um gradiente térmico no material para promover a dilatação/contração térmica de cada filme de polipirrol.
- (D) permite a condução de elétrons livres, promovida pela aplicação de diferença de potencial, gerando corrente elétrica.
- (E) promove a polarização das moléculas poliméricas, o que resulta no movimento gerado pela aplicação de diferença de potencial.

**QUESTÃO 09 – (ENEM/2012-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

O boato de que os lacres das latas de alumínio teriam um alto valor comercial levou muitas pessoas a juntarem esse material na expectativa de ganhar dinheiro

com sua venda. As empresas fabricantes de alumínio esclarecem que isso não passa de uma “lenda urbana”, pois ao retirar o anel da lata, dificulta-se a reciclagem do alumínio. Como a liga do qual é feito o anel contém alto teor de magnésio, se ele não estiver junto com a lata, fia mais fácil ocorrer a oxidação do alumínio no forno. A tabela apresenta as semirreações e os valores de potencial padrão de redução de alguns metais:

Semirreação	Potencial Padrão de Redução (V)
$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$	-3,05
$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{K}$	-2,93
$\text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2,36
$\text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al}$	-1,66
$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76
$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34

Com base no texto e na tabela, que metais poderiam entrar na composição do anel das latas com a mesma função do magnésio, ou seja, proteger o alumínio da oxidação nos fornos e não deixar diminuir o rendimento da sua reciclagem?

- (A) Somente o lítio, pois ele possui o menor potencial de redução.
- (B) Somente o cobre, pois ele possui o maior potencial de redução.
- (C) Somente o potássio, pois ele possui potencial de redução mais próximo do magnésio.
- (D) Somente o cobre e o zinco, pois eles sofrem oxidação mais facilmente que o alumínio.
- (E) Somente o lítio e o potássio, pois seus potenciais de redução são menores do que o do alumínio.

**QUESTÃO 10 – (ENEM/2015-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

A eletrólise é muito empregada na indústria com o objetivo de reaproveitar parte dos metais sucateados. O cobre, por exemplo, é um dos metais com maior rendimento no processo de eletrólise, com uma recuperação de aproximadamente 99,9%. Por ser um metal de alto valor comercial e de múltiplas aplicações, sua recuperação torna-se viável economicamente.

Suponha que, em um processo de recuperação de cobre puro, tenha-se eletrolisado uma solução de sulfato de cobre (II) ( $\text{CuSO}_4$ ) durante 3 h, empregando-se uma corrente elétrica de intensidade igual a 10A. A massa de cobre puro recuperada é de aproximadamente

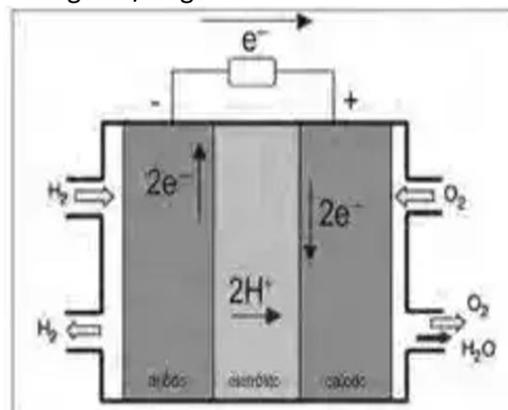
Dados: Constante de Faraday  $F = 96\ 500$  C/mol; Massa molar em g/mol:  $\text{Cu} = 63,5$ .

- (A) 0,02g.
- (B) 0,04g.
- (C) 2,40g.
- (D) 35,5g.
- (E) 71,0g.

**QUESTÃO 11 – (ENEM/2010-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

O crescimento da produção de energia elétrica ao longo do tempo tem influenciado decisivamente o progresso da humanidade, mas também tem criado uma séria preocupação: o prejuízo ao meio ambiente. Nos próximos anos, uma nova tecnologia de geração de energia elétrica deverá ganhar espaço: as células a combustível hidrogênio/oxigênio.



Com base no texto e na figura, a produção de energia elétrica por meio da célula a combustível hidrogênio/oxigênio diferencia-se dos processos convencionais porque

(A) transforma energia química em energia elétrica, sem causar danos ao meio ambiente, porque o principal subproduto formado é a água.

(B) converte a energia química contida nas moléculas dos componentes em energia térmica, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.

(C) transforma energia química em energia elétrica, porém emite gases poluentes da mesma forma que a produção de energia a partir dos combustíveis fósseis.

(D) converte energia elétrica proveniente dos combustíveis fósseis em energia química, restando os gases poluentes produzidos no processo sem alterar a qualidade do meio ambiente.

(E) converte a energia potencial acumulada nas moléculas de água contidas no sistema em energia química, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.

#### QUESTÃO 12 – (ENEM/2009-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Para que apresente condutividade elétrica adequada a muitas aplicações, o cobre bruto obtido por métodos térmicos é purificado eletroliticamente. Nesse processo, o cobre bruto impuro constitui o ânodo da célula, que está imerso em uma solução de  $\text{CuSO}_4$ . À medida que o cobre impuro é oxidado no ânodo, íons  $\text{Cu}^{2+}$  da solução são depositados na forma pura no cátodo. Quanto às impurezas metálicas, algumas são oxidadas, passando à solução, enquanto outras simplesmente se desprendem do ânodo e se sedimentam abaixo dele. As impurezas sedimentadas são posteriormente processadas, e sua comercialização gera receita que ajuda a cobrir os custos do processo. A série eletroquímica a seguir lista o cobre e alguns metais presentes como impurezas no cobre bruto de acordo com suas forças redutoras relativas.

Entre as impurezas metálicas que constam na série apresentada, as que se sedimentam abaixo do ânodo de cobre são

(A) Au, Pt, Ag, Zn, Ni e Pb.

(B) Au, Pt e Ag.

(C) Zn, Ni e Pb.

(D) Au e Zn.

(E) Ag e Pb



#### REFERÊNCIAS

ATKINS, P.W.; JONES, Loretta. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos de química**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2005.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L., **Química na abordagem do cotidiano**, volume 1, 4ª edição, ed moderna, São Paulo, 2006.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos (coord.). **Química & Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; CARNEIRO, Maria Helena da Silva; MÓL, Gerson de Souza. O uso de livro didático de química em sala de aula The use of chemistry textbook in classroom.