



**NÍVEL E: 3º ANO  
ENSINO MÉDIO**

**Fase 2 - 2023**

- A - O exame possui 10 questões analítico expositivas e vale 100 pontos.
- B - A resposta de cada questão deve ocupar apenas o espaço destinado à mesma na folha de resposta.
- C - Para cada questão deverá ser utilizada uma folha de resposta. Utilize o verso se precisar.
- D - Para resolução é permitido o uso apenas de lápis, borracha, caneta e régua.
- E - Não é permitido o uso de calculadoras ou celulares.
- F - A sua identificação é feita apenas na folha de respostas.

1.

A lei de Raoult formulada pelo químico francês François-Marie Raoult (1830 - 1901), no final do século XIX, descreve o comportamento de soluções ideais. De acordo com a lei de Raoult, a pressão de vapor parcial de um componente em uma solução ideal é diretamente proporcional à fração em mol desse componente na solução. A pressão de vapor parcial de um componente é a pressão exercida por esse componente quando está em equilíbrio com a fase líquida da solução. Matematicamente, temos para a referida lei:

$$P_1 = P_1^\circ \cdot x_1$$

Onde,  $P_1$  é a pressão de vapor parcial do componente 1 na solução;  $P_1^\circ$  é a pressão de vapor do componente 1 puro (em seu estado puro, não na solução) e  $x_1$  é a fração em mol do componente 1 na solução. A lei de Raoult é um exemplo de *lei limite* e possui especial importância nas discussões sobre propriedades coligativas.

Uma solução de benzeno e tolueno pode ser considerada uma solução (aproximadamente) ideal e assim “admite” o uso da lei de Raoult. A 27 °C, a pressão de vapor do tolueno puro é 32,06 mmHg e a pressão de vapor do benzeno puro é 130,01 mmHg.

A respeito de uma solução líquida ideal de benzeno e tolueno, onde tem-se 3,6 mols de tolueno e 8,4 mols de benzeno, responda aos itens a seguir:

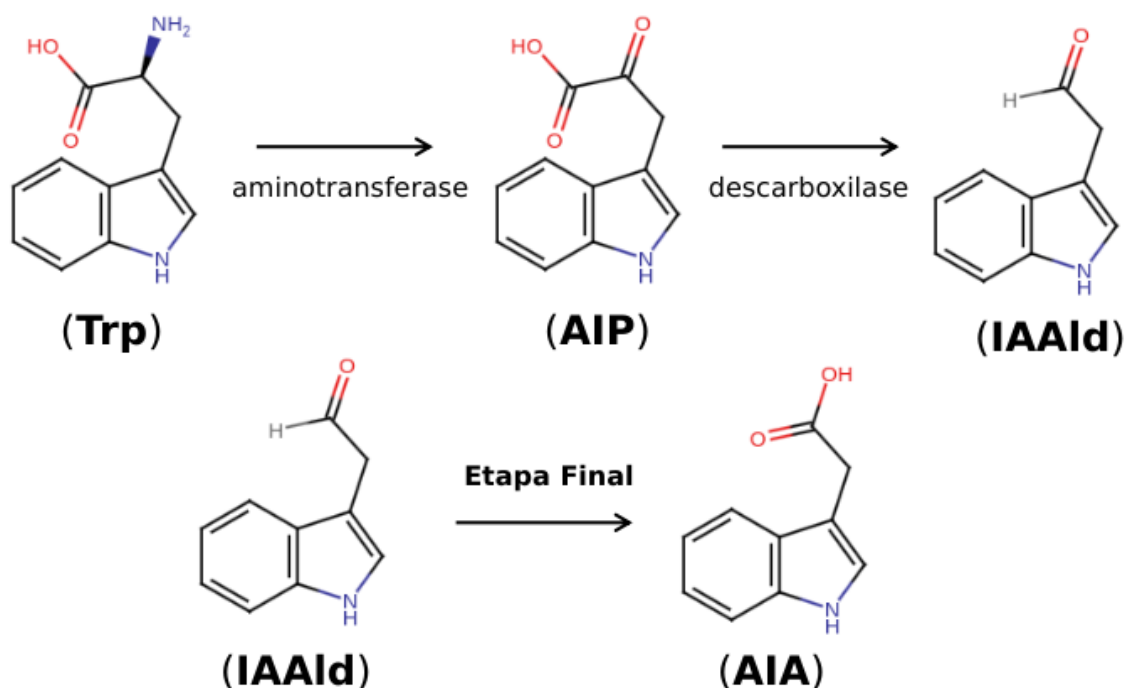
- Quais as frações em mol dos componentes da solução líquida?
- Quais as pressões de vapor do tolueno e do benzeno na solução líquida citada, a 27 °C? *Se por algum motivo você não conseguir resolver o item anterior, considere que a fração em mols do benzeno é igual a fração em mols do tolueno.*
- Quais os valores das frações em mol dos componentes na fase gasosa?

*Observação: lembre-se da lei de Dalton para misturas gasosas que reza que a soma das pressões parciais dos gases numa mistura é igual à pressão total.*

2.

Os hormônios vegetais, também conhecidos como fitormônios, são substâncias químicas naturais que atuam na regulação de uma ampla variedade de processos fisiológicos. Dentre os grupos de hormônios vegetais temos as auxinas, onde a principal delas é o ácido indol-3-acético (**AIA**), que pode ser produzido por bactérias, plantas e fungos. Nas plantas, este fitormônio desempenha um papel central na elongação celular, no fototropismo (movimento em direção à luz), no desenvolvimento de frutos e senescência (envelhecimento). Tanto as plantas como as bactérias podem sintetizar o **AIA** através da rota do ácido indol-3-pirúvico (**AIP**), que é mostrada na figura abaixo.

**Rota do ácido indol-3-pirúvico (AIP). Trp = triptofano, AIA = ácido indol-3-acético.**



Fonte: Duca D, Lorv J, Patten CL, Rose D, Glick BR. Indole-3-acetic acid in plant-microbe interactions. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 106(1), 85-125, Jul 2014 (adaptada).

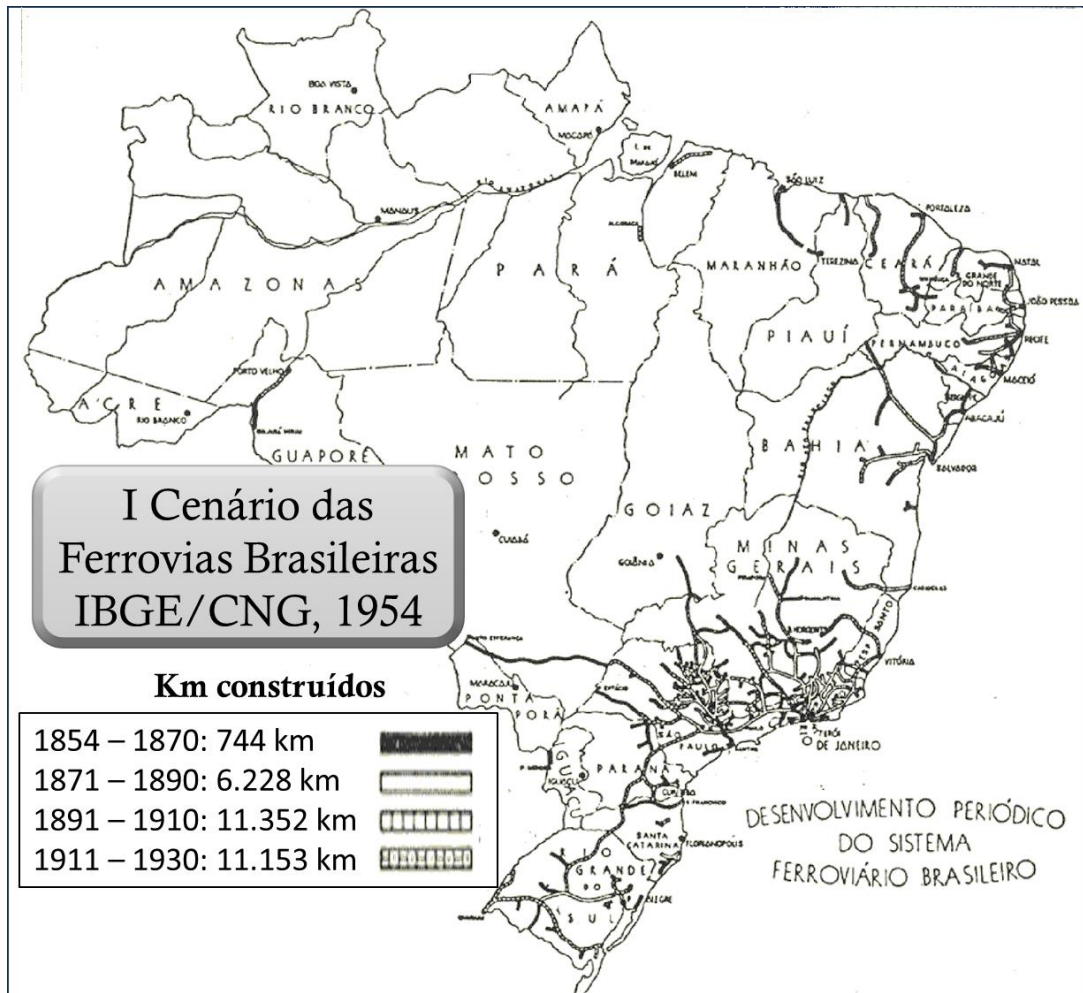
Com base no exposto, sobre o tema abordado e a partir dos seus conhecimentos, responda:

- Qual a configuração absoluta do carbono assimétrico do triptofano, *R* ou *S*? Justifique indicando quais as prioridades (1, 2, 3 ou 4) dos grupos,  $-\text{CH}_2$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{NH}_2$  ou  $-\text{H}$ , ligados ao carbono assimétrico.
- A enzima aminotransferase promove a desaminação do triptofano para formar o **AIP**. Essa reação é redox? Justifique.
- Qual a função orgânica identificada na cadeia lateral do composto **IAAId**? Qual é o tipo de reação que se observa na etapa final, **IAAId**  $\rightarrow$  **AIA**?

### 3. Leia o texto e observe os mapas.

A modernização do transporte de carga no Brasil está ligada aos projetos de exploração econômica e à disponibilidade tecnológica para o setor. Um bom exemplo foi a construção das primeiras ferrovias brasileiras, no final do século XIX, recurso frequentemente usado por diversos países industrializados da época.

A expansão da cultura do café no Vale do Paraíba (estados do Rio de Janeiro e São Paulo) determinou a construção da Ferrovia Santos-Jundiaí, em 1867, concretizando um projeto iniciado pelo Barão de Mauá. Anos mais tarde, em 1875, a estrada de ferro Sorocabana, que liga o interior de São Paulo a Santos foi inaugurada em 1875. A ferrovia Madeira-Mamoré, na região amazônica, foi construída, entre 1907 e 1912 e está diretamente relacionada com a exploração da borracha na região.



Fonte:vfco.brazilia.jor.br (adaptada).

No início do século XX, o rodoviarismo chega ao Brasil, acompanhando a expansão da fabricação de automóveis e caminhões no mundo. Efetivamente, a construção de rodovias inicia na década de 1920, mas ganha força nas décadas seguintes. Mesmo conhecendo a rentabilidade do transporte ferroviário, o Brasil passou a privilegiar o transporte rodoviário. Essa escolha surge como uma estratégia econômica e política, pois acreditava-se que isso incentivaria mais a industrialização do país e traria mais investimentos estrangeiros.

Uma das justificativas para o incentivo ao rodoviarismo em detrimento das ferrovias é técnica: as ferrovias devem ser quase horizontais, pois as rodas das locomotivas deslizam pelos trilhos se existir uma inclinação significativa. Portanto, a geografia do terreno deveria contribuir para a escolha entre rodovia ou ferrovia.

A partir dos seus conhecimentos, responda:

a) Explique o papel das ferrovias no final do século XIX e início do século XX.

b) Os trilhos (aço) e as rodas das locomotivas (aço) possuem um coeficiente de atrito estático de 0,8, enquanto as rodas dos caminhões (borracha) e as rodovias (asfalto) possuem coeficiente de atrito estático de 1,2. No mínimo, as rodas motoras de uma composição ferroviária, localizadas na locomotiva, suportam  $1/40$  do peso total quando carregada. No mínimo, as rodas motoras de um caminhão suportam  $1/15$  do peso total quando carregado. Considerando que a inclinação de uma via é medida pela tangente do ângulo entre ela e a horizontal, determine a razão entre a inclinação máxima de uma rodovia e a de uma ferrovia.

4. A preocupação com a utilização de métodos contraceptivos que atuassem no controle de natalidade, evitando uma gravidez indesejada está documentada ao longo da história. Na Antiguidade, sociedades como a egípcia e a chinesa faziam uso de objetos para esta finalidade, assim como de vestimentas para proteger os órgãos sexuais.

Além da contracepção, os preservativos visam também prevenir doenças que podem ser transmitidas no ato sexual. As chamadas “doenças venéreas” eram problemas para as sociedades europeias do século XVI. As ISTs, infecções sexualmente transmissíveis, conforme denominadas atualmente, como a Sífilis, abalaram grande parte da população global durante séculos.

Ao final do século XIX, a produção de preservativos foi impactada pelo uso do látex. No Brasil, a exploração dessa matéria-prima, utilizada na produção do material para fabricar, dentre outros produtos, a “camisinha”, modificou a economia de parte do país, sendo responsável por iniciar um novo ciclo econômico, de acordo com análises historiográficas.

Com base no texto e seus conhecimentos sobre o tema:

- a) As ISTs foram e são uma preocupação mundial, de caráter social e sanitário. Dê dois exemplos de ISTs virais e cite dois modos de preveni-las ou combatê-las.
- b) A borracha é fruto da extração do látex. No Brasil, ao final do século XIX, houve intensa exploração dessa matéria-prima. Cite a região e três características desse contexto de exploração.

5. Observe a charge abaixo:



Tradução: "Boas notícias, vejo suas chaves ao lado da bandeira."

Fonte: "Good news", de Pia Guerra.

A turbulência da atmosfera da Terra não permitiria ver um objeto tão pequeno na Lua através de um telescópio na Terra, mas vamos desconsiderar os efeitos atmosféricos e imaginar que o que está sendo dito no desenho pudesse ser feito. Neste caso, seria necessário um telescópio que tivesse uma resolução angular suficiente para distinguir este objeto a milhares de quilômetros de distância.

A resolução angular  $\theta$  de um telescópio pode ser avaliada pela seguinte fórmula:

$$\theta [\text{radianos}] = 1,22 \frac{\lambda}{D}$$

onde  $\lambda$  é o comprimento de onda da luz e  $D$  é o diâmetro da objetiva (ou do espelho).

Sendo assim, calcule, em primeira aproximação, qual deve ser o **diâmetro da objetiva** (ou do espelho) de um telescópio para que o observador possa ver, da superfície da Terra, um chaveiro de 3,76 cm de comprimento na superfície da Lua. Para isso, considere o comprimento de onda da luz  $\lambda = 550 \text{ nm}$ .

Dados: distância média Terra-Lua  $d_{TL} = 3,84 \times 10^8 \text{ m}$

raio da Terra  $R_T = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$

raio da Lua  $R_L = 1,74 \times 10^6 \text{ m}$

6. A declinação do Sol ( $\delta_{\text{Sol}}$ ) é uma das coordenadas fundamentais usadas para determinar a posição do Sol no céu em um determinado momento e local, sendo importante para a astrofísica, a navegação e a astronomia em geral. A declinação do Sol pode ser positiva ou negativa, dependendo se o Sol está localizado ao norte ou ao sul do Equador Celeste.

Desde o século XV, montam-se tabelas de declinação, conhecidas como Regime Solar, onde estão inscritos os valores desta coordenada e de outros parâmetros solares para todos os dias do ano. O eixo da Terra está inclinado cerca de  $23^{\circ} 26'$  em relação à perpendicular ao plano de sua órbita em torno do Sol. Assim, durante uma translação completa da Terra, a declinação do Sol varia entre  $23^{\circ} 26'$  Sul e  $23^{\circ} 26'$  norte, ou entre  $-23^{\circ} 26'$  e  $+23^{\circ} 26'$ .

Como o valor da declinação do Sol é uma função cíclica e limitada, podemos descrever, em primeira aproximação, seu valor para 2023, como uma função senoidal, do tipo:

$$\delta_{\text{Sol}} = A \text{ sen } \left[ \frac{360}{365} (d - B) \right]$$

Onde **A** e **B** são constantes e **d** é um valor (referente aos dias) entre 1 e 365 (1 para 1º de janeiro e 365 para 31 de dezembro, para anos não bissextos).

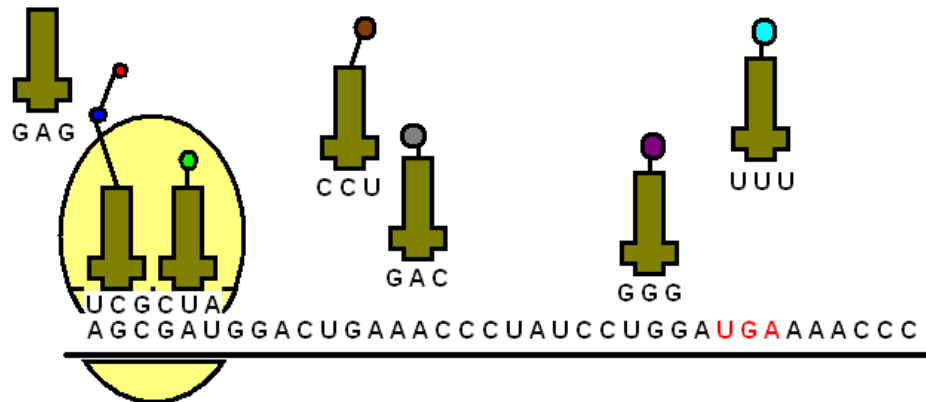
Sabendo disso:

- Encontre o valor da constante **A**.
- Encontre os valores da constante **B**, sabendo que o primeiro equinócio de 2023 ocorreu no dia 20 de março.
- Escreva as equações completas.



7. Ao explorar a intersecção da genética e da biologia molecular, desvendamos conceitos fundamentais para o entendimento dos mecanismos da vida. A tradução da informação genética em proteínas é uma dessas chaves que nos permitem decifrar a estrutura e função dos seres vivos. A transformação dos genes, as unidades elementares da hereditariedade, em proteínas, que são os verdadeiros operários das células, evidencia a potência da tradução. Além disso, o progresso científico e tecnológico nos permite manipular geneticamente organismos, ampliando as possibilidades de estudo e intervenção.

### Processo de tradução da síntese proteica



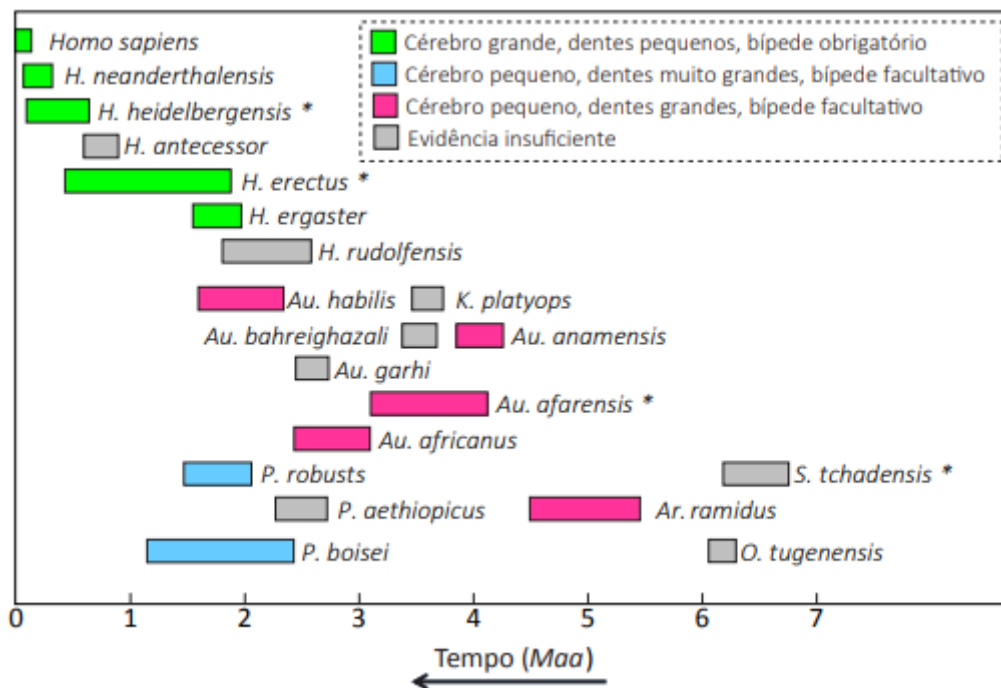
Fonte: upload.wikimedia.org

Com base nos conceitos apresentados, responda:

- Caso um gene humano seja inserido no genoma de uma bactéria, esta seria capaz de produzir uma proteína humana específica? Justifique.
- Cite quatro potenciais impactos das mutações pontuais na função de uma proteína.

8. As mudanças nos hábitos alimentares estão intimamente associadas à história evolutiva da espécie humana. A partir dos dentes de um fóssil é possível descobrir a composição de sua arcada dentária, tamanho dos dentes, músculos associados à mastigação e até mesmo os padrões de ranhuras microscópicas deixadas pelo atrito dos alimentos com os dentes no momento da mastigação. Tudo isso nos revela os hábitos alimentares da criatura e, conseqüentemente, muitas informações sobre como ela viveu. A análise dos crânios de *Australopithecus* sugere que essas criaturas se alimentavam majoritariamente de vegetais, enquanto que as espécies do gênero *Homo* teriam uma alimentação onívora com consumo expressivo de carne. Além disso, a composição do esqueleto desses dois gêneros sugere que os primeiros eram bípedes facultativos por apresentarem, ainda, o hábito arborícola, e os últimos, bípedes obrigatórios com capacidade de marchar e correr por longas distâncias. A cronologia a seguir mostra a ocorrência dos hominídeos dos últimos 7 milhões de anos, destacando-se algumas características.

### Desenvolvimento cerebral humano e de seus ancestrais, em milhões de anos



(\*)Espécies mais prováveis de pertencerem à linhagem do *Homo sapiens*.

Fonte: www.ufmg.br

- Qual novidade evolutiva ocorre no gênero *Homo* que pode contribuir para o aumento no tamanho do cérebro associado à diminuição do tamanho dos dentes? Explique.
- Sabendo-se que o continente africano passou por um processo de mudanças ambientais entre 5 e 2 milhões de anos, com a substituição gradual de florestas por savanas, explique como esse fator ambiental pode ter contribuído para o surgimento do bipedismo nos australopitecíneos assim como sua extinção com o surgimento do gênero *Homo*.

9. Uma das características da segunda metade do século XX é a corrida espacial. A União Soviética foi o primeiro país a enviar ao espaço um satélite, um cachorro, um homem, uma mulher e uma sonda que orbitou o Sol.

Dentre os objetos lançados ao espaço, o satélite Sputnik 1 foi o primeiro a executar um movimento planejado pelo homem. Esse satélite foi lançado de uma base no Cazaquistão e orbitou a Terra por um pouco mais de seis meses antes de cair. Durante os 22 dias iniciais, ele enviou um sinal eletromagnético entre 20 e 40 MHz que poderia ser detectado por qualquer radioamador. Nada disso seria possível se, dois séculos antes, o inglês Isaac Newton não elaborasse os fundamentos teóricos que revelam o funcionamento da gravidade e do movimento para essas naves que vão além da atmosfera.

Os Estados Unidos também almejavam o protagonismo na Corrida Espacial, buscando superar os experimentos soviéticos. A tensão entre EUA e URSS foi motivação para todo o investimento necessário para a realização da primeira missão tripulada para a Lua, em 1969.

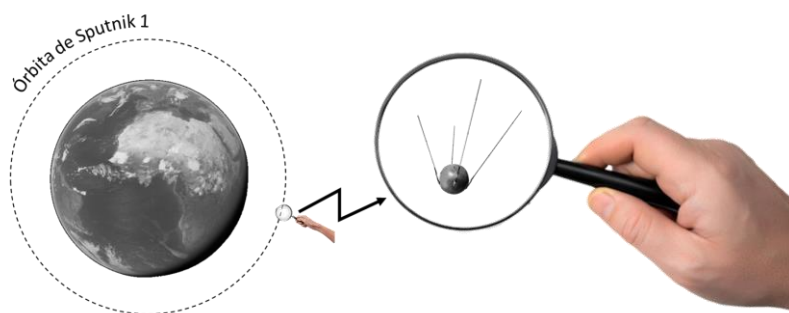
A partir dos seus conhecimentos, responda:

a) Cite o contexto histórico ao qual pertence o lançamento do Sputnik, parte da Corrida Espacial, e explique quatro de suas características.

b) Definida a altitude desejada para a órbita do Sputnik 1, os cientistas precisaram calcular a velocidade que ele deveria ser liberado pelo foguete que o transportaria até lá. Considerando que a órbita planejada para esse satélite seria circular a 600 km de altitude e que o raio da Terra mede 6.100 km, qual o valor dessa velocidade, em km/s?

Dados: massa da Terra =  $6,4 \times 10^{24}$  kg

Constante da gravitação universal =  $6,7 \times 10^{-11}$  N.m<sup>2</sup>.Kg<sup>-2</sup>.



Fonte: Equipe ONC.

10. A ONU apresentou um apelo por ações que promovam o desenvolvimento sustentável na forma de 17 objetivos, até 2030. Energia limpa e acessível é um deles (Objetivo 7). Iniciativas como essa são fundamentais na preservação dos recursos naturais para gerações futuras, tendo em vista que os combustíveis fósseis ocupam 80% da matriz energética mundial. Enquanto não a limpamos, uma ação paliativa seria aumentar o uso da energia nuclear, já que ela se tornou uma fonte eficiente e segura. No Brasil, pouco exploramos essa forma de energia, tendo apenas duas usinas nucleares em funcionamento: Angra 1 e Angra 2, no Rio de Janeiro. No estado do Amazonas, por exemplo, 1 bilhão de litros de óleo diesel são queimados para produzir 4 bilhões de kWh de energia consumida durante o ano. Uma usina nuclear do porte de **Angra 1** seria capaz de substituir todas as termelétricas a óleo diesel no Amazonas.

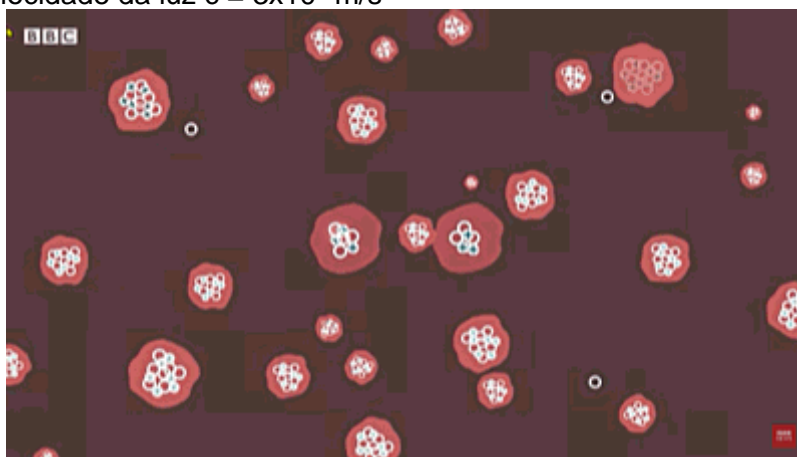
- a) Apresente dois argumentos a favor da utilização da energia nuclear para a geração de energia elétrica e dois argumentos contra.



Fonte: pt.wikipedia.org

- b) No interior do reator nuclear de Angra 1, apenas 2% das moléculas da amostra de combustível nuclear ( $\text{UO}_2$ ) participam da reação  $\text{UO}_2 \rightarrow \text{BaO}_2 + \text{Kr} + 2n$  responsável pela produção de energia. Considerando que não haja aumento do consumo, qual a quantidade de combustível nuclear deveria existir no reator de uma usina idêntica a Angra 1 para que o estado do Amazonas deixe de usar óleo diesel como fonte de energia elétrica durante 10 anos? Considere que todas as moléculas de óxido de urânio possuem massas iguais e que a massa do produto da reação acima é 92% da massa do reagente.

Dados: velocidade da luz  $c = 3 \times 10^8$  m/s



Fonte: [www.youtube.com/@BBCNewsBrasil](http://www.youtube.com/@BBCNewsBrasil)