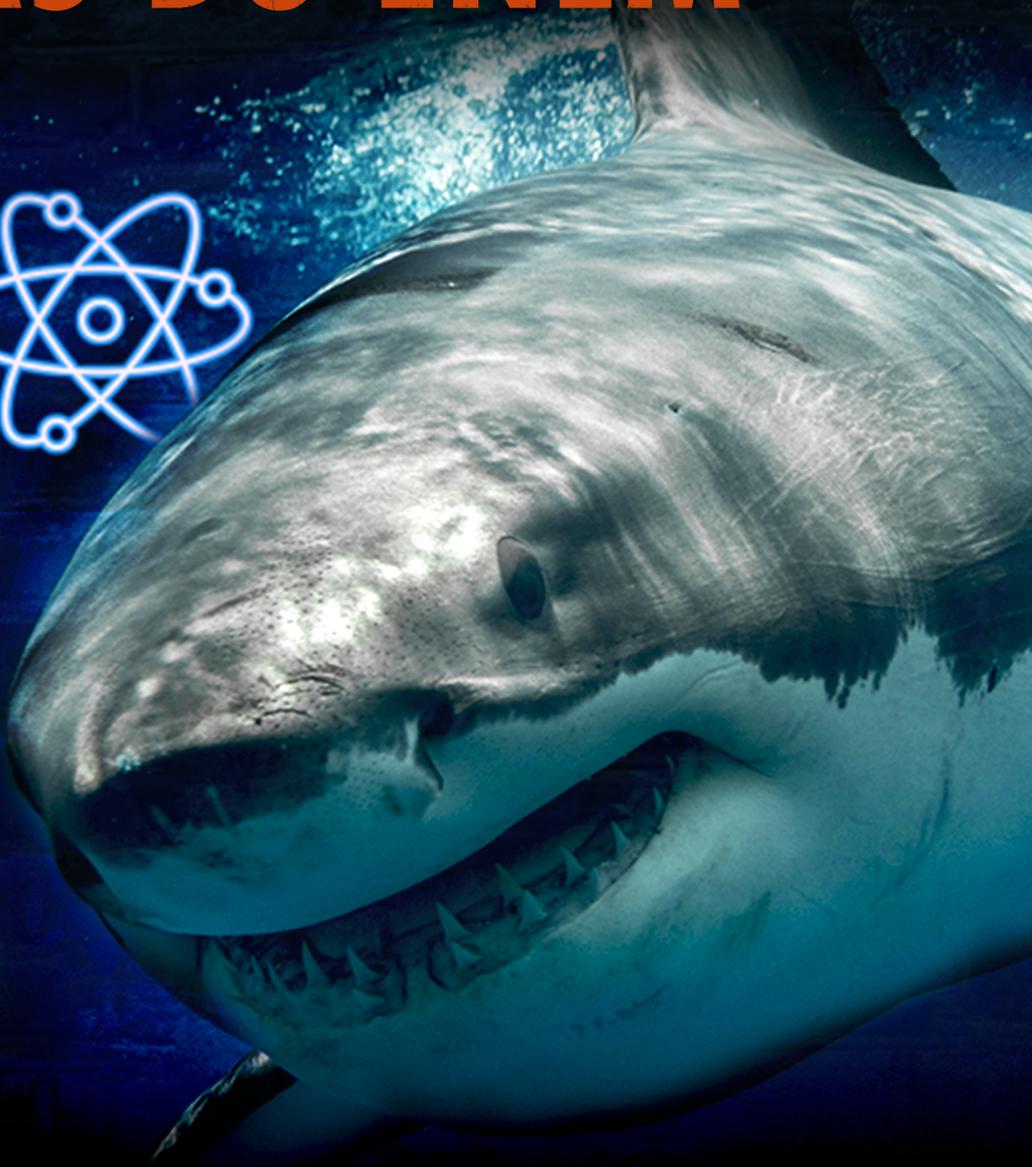


SEMANA
FERAS DO ENEM



COMO O **ENEM**
COBRA **BIOLOGIA**
E FÍSICA DE FORMA
INTERDISCIPLINAR?

COMO O ENEM COBRA FÍSICA E BIOLOGIA INTERDISCIPLINAR? MOVIMENTO DOS VERTEBRADOS

A física e a biologia podem parecer áreas completamente desconexas, mas não se engane, o ENEM sempre encontra formas de uni-las nas mais variadas situações. Nesse contexto, as questões que caem com maior frequência costumam estar focadas na interação dos seres vivos com diversos fenômenos da física. Alguns exemplos disso são o estudo da Óptica aplicado à problemas de visão e da Acústica e suas consequências no sistema auditivo.

Outro tópico interdisciplinar que envolve estas áreas é o estudo do movimento dos seres vivos, este depende tanto da Dinâmica (área da física que estuda o movimento dos corpos) e da Fisiologia (área da biologia que estuda as funções dos seres vivos).

Nesta aula interdisciplinar será discutido como o sistema musculoesquelético do nosso corpo (e o de diversos outros animais) pode ser visto como um conjunto de máquinas simples.

O QUE SÃO MÁQUINAS SIMPLES?

Chamamos de máquina simples todo instrumento que facilita a execução mecânica de uma tarefa. Esse tipo de máquina é geralmente usado com o propósito de alterar a magnitude ou direção de uma força. Tesouras, balanças, alicates, martelos e carrinhos de mão são exemplos de máquinas simples.



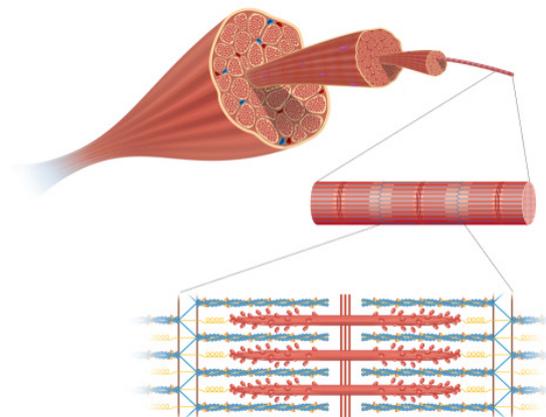
E O QUE É O SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO?

O sistema musculoesquelético é o responsável por dar forma, estabilidade e movimento aos corpos. Ele é constituído por músculos, tendões, ossos, articulações, ligamentos, cartilagem e outros tecidos conjuntivos.



Os músculos representam entre 40% e 50% de todo o peso do nosso corpo. Eles possuem diversas funções no organismo, dentre as principais estão a produção de calor, a movimentação e a estabilização do corpo.

Vale lembrar que todos os nossos movimentos só são possíveis graças ao processo de transformação de energia química em energia mecânica que ocorre no interior dos músculos. Em resumo, ao serem estimuladas pelo sistema nervoso, as células musculares (denominadas fibras) abrem canais de cálcio, liberando íons Ca^{2+} que posteriormente se ligam nos chamados filamentos, desencadeando a contração destes que, por consequência, movem os músculos.



Outras estruturas de extrema importância na realização de movimento são os ossos e as articulações. Os ossos são formados por um tecido especializado e rígido, tendo a função de sustentação e possibilitando a movimentação, como veremos adiante. Já as articulações servem para unir dois ossos, permitindo o movimento destes a partir da contração muscular.

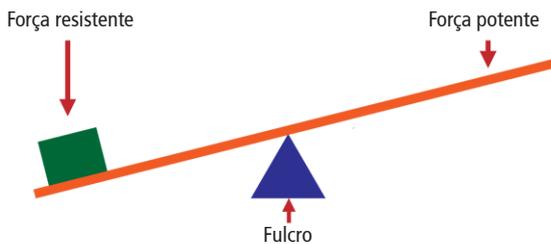
Um físico, olhando para o sistema musculoesquelético dos seres vivos, é capaz de observar um conjunto de diversas máquinas simples, onde cada peça possui uma função bem específica:

- Os músculos são os responsáveis pela produção de força.
- Os tendões transferem a força gerada aos ossos.
- Os ossos se movem caso uma força suficiente seja transmitida.
- As articulações permitem o movimento dos ossos.

As máquinas simples presentes em nosso corpo podem ser divididas em três tipos: alavancas, rodas e polias.

ALAVANCAS

As alavancas são barras rígidas que podem girar em torno de um ponto fixo (também chamado de fulcro). Além do fulcro, as alavancas são compostas por mais dois elementos: a força potente (força exercida com o objetivo de mover um objeto) e a força resistente (o peso do objeto que será movido).



Nas alavancas presentes em nosso corpo, os ossos são equivalentes a barras rígidas, as articulações são os pontos fixos, a força potente é sempre exercida pelos músculos e a força resistente é o peso daquilo que queremos mover. Na física existem três tipos diferentes de alavanca. Elas são classificadas de acordo com o posicionamento relativo de seus elementos:

Alavanca de 1ª classe ou Alavanca Interfixa: Neste tipo de alavanca, o ponto fixo se encontra entre as forças resistente e potente.



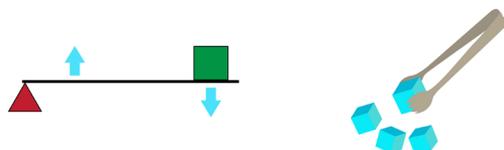
Somos capazes de levantar a cabeça graças a uma alavanca interfixa. Nesse caso a força potente é gerada (para baixo) pela musculatura do pescoço (músculo trapézio) e a força resistente é o peso de nossa cabeça.

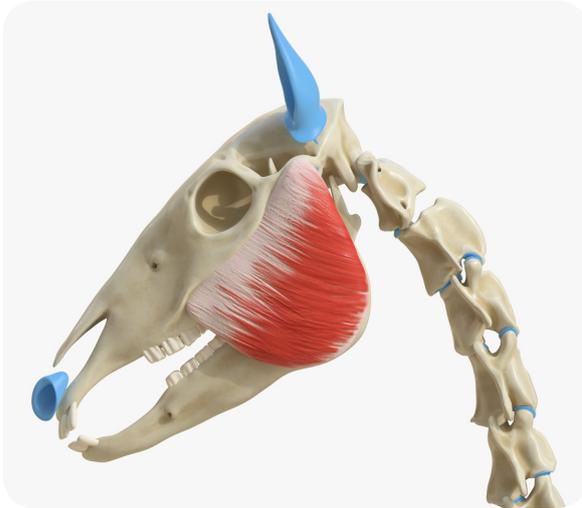
Alavanca de 2ª classe ou Alavanca Inter-resistente: Neste tipo de alavanca, a força resistente se encontra entre a força potente e o ponto fixo.



Ao andar, nós vertebrados fazemos uso de uma alavanca inter-resistente. Nesse caso, nosso pé atua como ponto fixo, a força resistente está na parte frontal de nossa perna e a força potente é gerada pelos músculos atrás dela.

Alavanca de 3ª classe ou Alavanca Interpotente: Nesse tipo de alavanca, a força potente se encontra entre a força resistente e o ponto fixo.

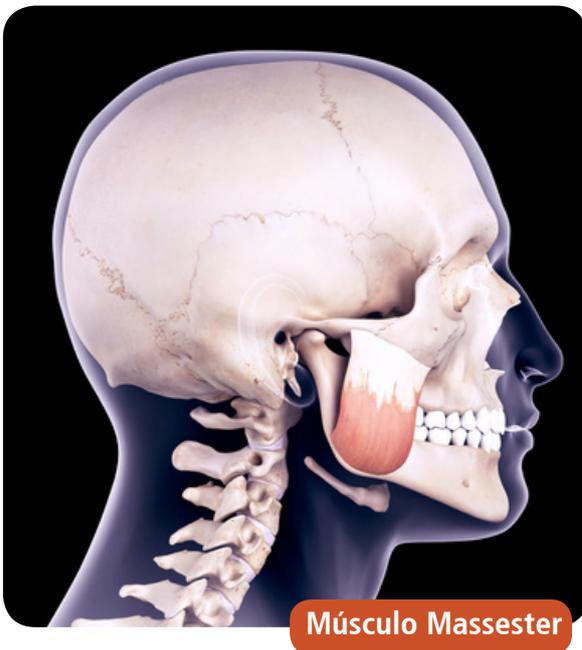




- Quando a força é aplicada sobre a borda da roda, essa a transmite para o eixo de maneira amplificada, porém com velocidade e distância reduzidas.
- Quando a força é aplicada sobre o eixo central, esse a transmite para a borda da roda de maneira reduzida, porém com velocidade e distância amplificadas.



Jogadores de Baseball só conseguem ativar bolas com velocidades altas tão facilmente porque nosso braço, nesse movimento, atua como uma roda. Nesse caso, o papel de eixo central é realizado pelo osso Úmero e o movimento de roda pelo nosso antebraço.



Um exemplo clássico de alavanca interpotente ocorre no movimento de mordida. Nesse caso, o ponto fixo se encontra na parte posterior da mandíbula, a força potente é realizada pelo músculo encontrado no fundo da boca (músculo masseter) e a força resistente é, obviamente, o peso da mandíbula.

RODAS

As rodas são compostas por dois elementos: a roda em si e um eixo central. O objetivo desse tipo de máquina é amplificar ou reduzir uma força aplicada, dependendo de onde ocorre essa aplicação:



POLIAS

As Polias são máquinas simples capazes de mudar a direção de uma força aplicada. Elas são compostas por uma roda de material rígido, que pode girar em torno de um eixo fixo quando acionada por uma corda ou corrente.

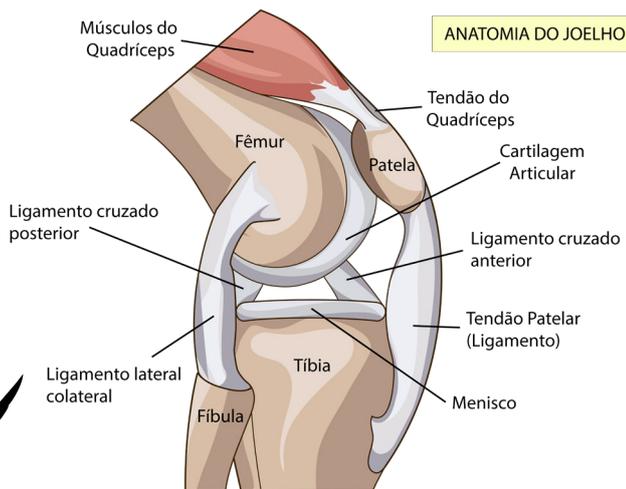
Elas se dividem em dois tipos:

- As polias fixas não diminuem a força aplicada, apenas facilitam o posicionamento de um objeto no local desejado.

- As polias móveis facilitam a nossa vida reduzindo pela metade a força necessária para levantar um objeto.



No corpo humano podemos encontrar essa máquina simples no movimento de nossos joelhos, mais especificamente em um osso chamado Patela. Quando dobramos o joelho, um tendão (parte do músculo que se prende aos ossos) puxa a Patela para baixo enquanto desliza sobre a articulação (da mesma forma que uma corda em uma polia).



EQUILÍBRIO E CENTRO DE MASSA

O Centro de massa é a posição média de toda a massa que constitui um corpo. Este conceito é útil na resolução de problemas de mecânica envolvendo corpos complexos, como o corpo humano, por exemplo.

A localização desse ponto é fundamental para entender a estabilidade de um corpo. Se traçarmos uma linha reta para baixo a partir dele, o objeto estará em equilíbrio estável apenas se esta incidir num ponto no interior de sua base. Outro fator importante a ser citado é que, quanto mais baixo está o centro de massa, mais estável estará o corpo.

Vale lembrar que esse ponto não é fixo e pode variar sua posição durante a realização de movimentos como quando caminhamos ou saltamos. É por esse motivo que temos dificuldade de andar sobre o gelo enquanto pinguins o fazem tão facilmente: essas aves possuem pernas muito curtas, então o seu centro de massa não se modifica muito ao andar, tornando-as mais estáveis.



Outra curiosidade é que a posição média do nosso centro de massa foi sendo alterado ao longo da evolução humana devido a modificações ósseas (principalmente na região dos quadris), possibilitando aos hominídeos andar de forma bípede.

EXERCÍCIOS

1. (ENEM 2018) As pessoas que utilizam objetos cujo princípio de funcionamento é o mesmo do das alavancas aplicam uma força, chamada de força potente, em um dado ponto da barra, para superar ou equilibrar uma segunda força, chamada de resistente, em outro ponto da barra. Por causa das diferentes distâncias entre os pontos de aplicação das forças, potente e resistente, os seus efeitos também são diferentes. A figura mostra alguns exemplos desses objetos.

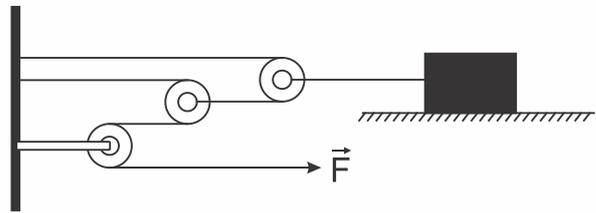


Em qual dos objetos a força potente é maior que a força resistente?

- A- Pinça.
- B- Alicate.
- C- Quebra-nozes.
- D- Carrinho de mão.
- E- Abridor de garrafa.

2. (ENEM 2016) Uma invenção que significou um grande avanço tecnológico na Antiguidade, a polia composta ou a associação de polias, é atribuída a Arquimedes (287 a.C. a 212 a.C.). O aparato consiste em associar uma série de polias móveis a uma polia fixa. A figura exemplifica um arranjo possível para esse aparato. É relatado que Arquimedes teria demonstrado para o rei Hierão um outro arranjo desse aparato, movendo sozinho, sobre a areia da praia, um navio repleto de passageiros e cargas, algo que seria impossível sem a participação de muitos homens. Suponha que a massa do navio era de 3000 kg que o coeficiente de atrito estático entre o navio e a areia era de 0,8 e que Arquimedes tenha puxado o navio com uma força \vec{F} , paralela à direção do movimento e de módulo igual a 400 N.

Considere os fios e as polias ideais, a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e que a superfície da praia é perfeitamente horizontal.



Disponível em: www.histedbr.fae.unicamp.br. Acesso em: 28 fev. 2013 (adaptado).

O número mínimo de polias móveis usadas, nessa situação, por Arquimedes foi

- A- 3.
- B- 6.
- C- 7.
- D- 8.
- E- 10.

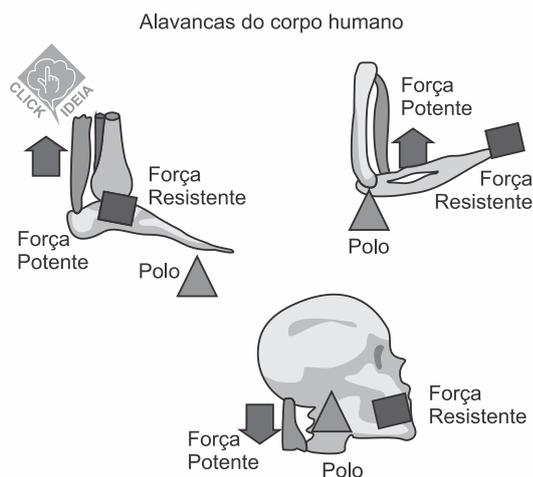
3. (ENEM 2018) Visando a melhoria estética de um veículo, o vendedor de uma loja sugere ao consumidor que ele troque as rodas de seu automóvel de aro 15 polegadas para aro 17 polegadas, o que corresponde a um diâmetro maior do conjunto roda e pneu.

Duas consequências provocadas por essa troca de aro são:

- A- Elevar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais instável e aumentar a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- B- Abaixar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais instável e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- C- Elevar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais estável e aumentar a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- D- Abaixar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais estável e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- E- Elevar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais estável e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.

4. Basicamente, uma alavanca é uma barra que pode girar em torno de um ponto de apoio, chamado de polo. Mesmo no nosso corpo existem muitas alavancas, já que existem muitas partes articuláveis.

Na figura a seguir vemos o exemplo de três tipos alavancas diferentes: no pé (1), no braço/antebraço (2) e na cabeça (3).



Fonte: <http://clিকেaprenda.uol.com.br/>

A alternativa **CORRETA** que mostra na sequência (1), (2) e (3) a classificação conforme a posição do ponto de apoio em relação às forças aplicadas é:

- A- interfixa; interpotente e inter-resistente.
- B- inter-resistente; interfixa e interpotente.
- C- interpotente; interfixa e inter-resistente.
- D- inter-resistente; interpotente e interfixa.

5. (ENEM 2ª APLICAÇÃO 2016) A perda de massa muscular é comum com a idade, porém, é na faixa dos 60 anos que ela se torna clinicamente perceptível e suas consequências começam a incomodar no dia a dia, quando simples atos de subir escadas ou ir à padaria se tomam sacrifícios. Esse processo tem nome: sarcopenia. Essa condição ocasiona a perda da força e qualidade dos músculos e tem um impacto significativo na saúde.

Disponível em: www.infoescola.com. Acesso em: 19 dez. 2012 (adaptado).

A sarcopenia é inerente ao envelhecimento, mas seu quadro e consequentes danos podem ser retardados com a prática de exercícios físicos, cujos resultados mais rápidos são alcançados com o(a)

- A- hidroginástica.
- B- alongamento.
- C- musculação.
- D- corrida.
- E- dança.

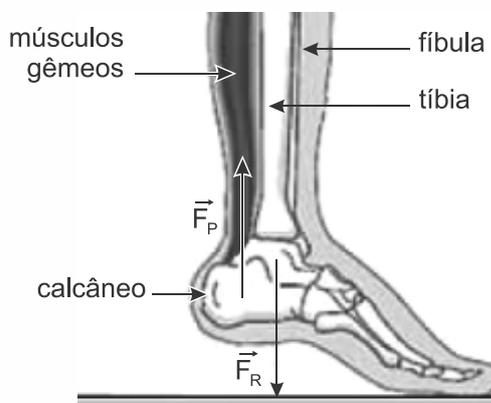
6. (ENEM PPL 2015) A toxina botulínica (produzida pelo bacilo *Clostridium botulinum*) pode ser encontrada em alimentos mal conservados, causando até a morte de consumidores. No entanto, essa toxina modificada em laboratório está sendo usada cada vez mais para melhorar a qualidade de vida das pessoas com problemas físicos e/ou estéticos, atenuando problemas como o blefaroespasm, que provoca contrações involuntárias das pálpebras.

BACHUR, T. P. R. et al. Toxina botulínica: de veneno a tratamento. Revista Eletrônica Pesquisa Médica, n. 1, jan.-mar. 2009 (adaptado).

O alívio dos sintomas do blefaroespasm é consequência da ação da toxina modificada sobre o tecido

- A- glandular, uma vez que ela impede a produção de secreção de substâncias na pele.
- B- muscular, uma vez que ela provoca a paralisia das fibras que formam esse tecido.
- C- epitelial, uma vez que ela leva ao aumento da camada de queratina que protege a pele.
- D- conjuntivo, uma vez que ela aumenta a quantidade de substância intercelular no tecido.
- E- adiposo, uma vez que ela reduz a espessura da camada de células de gordura do tecido.

7. Quando nos elevamos sobre as pontas dos pés, nossos pés funcionam como uma alavanca, conforme mostra a figura.



(<http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br>. Adaptado.)

Para que ocorra esse movimento de elevação, os músculos gêmeos

- A- são contraídos e transmitem a força ao calcâneo por meio de tendões e ligamentos, movimentando os demais ossos dos pés que estão conectados por tendões e ligamentos.
- B- são contraídos e transmitem a força ao calcâneo por meio de tendões, movimentando os demais ossos dos pés que estão conectados por ligamentos.
- C- são relaxados e transmitem a força ao calcâneo por meio de ligamentos, movimentando os demais ossos dos pés que estão conectados por tendões.
- D- são contraídos e transmitem a força ao calcâneo por meio de ligamentos, movimentando os demais ossos dos pés que estão conectados por tendões.
- E- são relaxados e transmitem a força ao calcâneo por meio de tendões, movimentando os demais ossos dos pés que estão conectados por ligamentos.

8. Ao longo das décadas, os velocistas ficaram mais altos. O jamaicano Usain Bolt, recordista mundial, com o tempo de 9,58 s reúne qualidades que o favorecem nas corridas de velocidade, entre elas: altura de 1,95 m, pois quanto mais alto o atleta, mais elevado é o seu centro de

gravidade, o que favorece a corrida; e maior prevalência de fibras musculares rápidas, que são mais eficientes para realizar esforço intenso e de curta duração.

Em relação ao tecido muscular, é CORRETO dizer que

A- todo tecido muscular estriado tem contração voluntária.

B- a actina aparece sob a forma de filamentos grossos e a miosina é representada por filamentos finos.

C- somente o tecido muscular liso não apresenta actina, por isso é o único denominado tecido muscular não estriado.

D- toda célula muscular contém filamentos proteicos contráteis de dois tipos: actina e miosina.

E- toda célula muscular lisa conecta com a sua vizinha por meio do disco intercalar.

9. Em relação ao tecido muscular, é **CORRETO** dizer que

A- todo tecido muscular estriado tem contração voluntária.

B- a actina aparece sob a forma de filamentos grossos e a miosina é representada por filamentos finos.

C- somente o tecido muscular liso não apresenta actina, por isso é o único denominado tecido muscular não estriado.

D- toda célula muscular contém filamentos proteicos contráteis de dois tipos: actina e miosina.

E- toda célula muscular lisa conecta com a sua vizinha por meio do disco intercalar.

10. O sistema locomotor é responsável por garantir a realização dos movimentos do corpo. Sobre este sistema, é correto afirmar que

A- existem três tipos de tecidos musculares, todos capazes de se associarem com os ossos e permitirem a motricidade do corpo.

B- o esqueleto axial é, principalmente, formado pelos ossos dos membros superiores e inferiores.

C- o tecido muscular esquelético se liga aos ossos e se contrai por meio de estímulos desencadeados por terminações nervosas.

D- a eficiência de um músculo, apesar de estar relacionada com o seu tamanho, não se relaciona com a prática de atividade física.

E- a produção de células sanguíneas, proteção de órgãos vitais e sustentação do corpo são funções exclusivas do esqueleto axial.

ANOTAÇÕES

COMO O ENEM COBRA FÍSICA E BIOLOGIA INTERDISCIPLINAR?

1- [A]

Dentre os objetos, a pinça é a única para a qual a força potente se sobressai sobre a resistente. Para o restante dos instrumentos, a força necessária a ser feita (potente), é sempre menor ou igual à de uma segunda força a ser vencida (resistente).

2- [B]

A vantagem mecânica de um sistema é dada pela razão entre a força resistente e a força potente.

Na situação apresentada, a força resistente é a intensidade da força de atrito máxima ($A_{\text{máx}}$).

$$A_{\text{máx}} = \mu_e N = \mu_e mg = 0,8 \cdot 3.000 \cdot 10 \Rightarrow \\ \Rightarrow A_{\text{máx}} = 24.000 \text{ N.}$$

A força potente, aplicada por Arquimedes, teve intensidade $F = 400 \text{ N}$.

A vantagem mecânica foi, então:

$$V_M = \frac{A_{\text{máx}}}{F} = \frac{24.000}{400} \Rightarrow V_M = 60.$$

Somente com a polia fixa, a vantagem mecânica é igual a 1. Para cada polia móvel acrescentada ao sistema, a vantagem mecânica é multiplicada por 2. A tabela apresenta a vantagem mecânica (V_M) em função do número de polias móveis (n).

n	V_M
1	$2^1 = 2$
2	$2^2 = 4$
3	$2^3 = 8$
\vdots	\vdots
n	2^n

Para Arquimedes ter conseguido mover o navio, a vantagem mecânica foi maior que 60.

Assim:

$$2^n > 60. \text{ Sabemos que } 2^6 = 64.$$

Então o número mínimo de polias móveis usadas por Arquimedes foi 6.

3- [A]

O aumento do diâmetro da roda causa uma elevação na altura do carro, elevando também o seu centro de massa, tornando o veículo mais instável.

Como a grandeza medida pelo velocímetro é a velocidade angular e não a linear, a medição feita por ele não irá mudar. Já a velocidade do automóvel (dada por $v = \omega R$) irá aumentar devido ao aumento do diâmetro da roda do carro, resultando num valor superior ao medido pelo velocímetro.

4- [D]

O nome da alavanca é dado pela força interna, ou seja, pela força que está entre as outras duas. Na figura (1) temos a força resistente entre a força potente e o apoio, portanto é **inter-resistente**. Já na figura (2) temos a força potente entre apoio e força resistente sendo uma alavanca **inter-potente**. Finalmente, na figura (3) o apoio está entre as outras forças, então é um exemplo de uma alavanca **inter-fixa**. Logo, a alternativa correta é a [D].

5- [C]

A musculação é a atividade física mais indicada para pessoas com sarcopenia, pois acelera o crescimento e a resistência muscular.

6- [B]

A toxina botulínica atua sobre tecido muscular, causando paralisia temporária em sua atividade contrátil. Dessa forma, esse componente atenua os sintomas do blefaroespasm.

7- [D]

A postura bípede da espécie humana favoreceu, evolutivamente, a utilização das mãos para a manipulação de objetos.

8- [B]

Extensivo de Maio

Venha ser uma FERA DO ENEM
e estude os conteúdos de
Ciências da Natureza mais
cobrados na prova.

[CONHEÇA O CURSO](#)



Biologia *total*

 contato@biologiatotal.com.br

 /biologiajubilit

 Biologia Total com Prof. Jubilit

 @biologiatotaloficial

 @paulojubilit

 @Prof_jubilit

 biologijubilit

 +biologiatotalbrjubilit