

Ejercicios Resueltos Biología y Geología 3 ESO 2026 / 2027

45 ejercicios con la solución explicada paso a paso, y la teoría de los 16 temas que trae esta selección.

Lo que vas a practicar

La organización del cuerpo humano · Ordenar los niveles de organización y distinguir tejido, órgano y aparato (ejercicios 1, 2, 3)

La célula por dentro · Las partes de una célula humana y las cuatro clases de tejido (solo teoría)

La nutrición: cuatro aparatos para una función · Separar alimentarse de nutrirse y seguir el trabajo de los cuatro aparatos (ejercicios 4, 5, 6)

El aparato digestivo y el camino del alimento · Recorrer el tubo digestivo y distinguir digerir, absorber y excretar (ejercicios 7, 8, 9)

Los nutrientes, la dieta y la energía · Calcular la energía de una dieta y leer un índice sin darle más valor del que tiene (ejercicios 10, 11, 12, 13)

El aparato respiratorio y el intercambio de gases · Seguir el camino del aire y contar cuánto aire y cuánto oxígeno se mueven (ejercicios 14, 15, 16, 17)

El aparato circulatorio: la sangre y los dos circuitos · Distinguir arteria de vena por la dirección y recorrer los dos circuitos (ejercicios 18, 19, 20, 21)

El aparato excretor y el equilibrio del agua · Cuadrar el balance de agua y saber qué sale por dónde (ejercicios 22, 23, 24)

La función de relación y el sistema nervioso · Recorrer el arco reflejo y separar lo voluntario de lo automático (ejercicios 25, 26, 27, 28)

El ojo y el oído por dentro · El camino de la luz y del sonido, y dónde está el equilibrio (solo teoría)

El sistema endocrino y las hormonas · Entender por qué una hormona actúa solo en unos sitios y cómo se regula la glucosa (ejercicios 29, 30, 31)

El aparato locomotor · Razonar por qué los músculos van por parejas y qué gana el cuerpo con sus palancas (ejercicios 32, 33, 34)

Los aparatos reproductores por dentro · Los órganos de los dos aparatos y de qué se encarga cada uno (solo teoría)

La reproducción: el ciclo, la fecundación y el embarazo · Contar los días del ciclo y del embarazo, y ordenar lo que pasa desde la ovulación (ejercicios 35, 36, 37)

La salud, la enfermedad y los agentes infecciosos · Separar lo que se contagia de lo que no, y

reconocer quién causa cada infección **(ejercicios 38, 39, 40, 41)**

Las defensas: sistema inmunitario, vacunas y antibióticos · Ordenar las líneas de defensa y desmontar las cuatro frases más repetidas **(ejercicios 42, 43, 44, 45)**

Material propio de solucionario.es. Los enunciados y las soluciones están escritos por nosotros. La versión al día, con más ejercicios y de todos los cursos, está siempre en:

solucionario.es

Qué entra en esta selección y qué no. Entra el bloque que en 3º de ESO ocupa casi toda la asignatura: **el cuerpo humano**. Trece temas traen **teoría y ejercicios**: la organización del cuerpo, la nutrición y sus cuatro aparatos, los nutrientes y la dieta, el aparato respiratorio, el circulatorio, el excretor, la función de relación, el sistema endocrino, el aparato locomotor, la reproducción con su ciclo y su embarazo, la salud y los agentes infecciosos, y las defensas. Otros tres vienen **solo con la teoría, y a propósito: la célula por dentro, el ojo y el oído por dentro y los aparatos reproductores por dentro**. El motivo es el mismo en los tres: lo que de verdad se practica en ellos es señalar cada pieza sobre un esquema dibujado, y aquí no hay dibujos. Preferimos darte la explicación completa antes que inventar un ejercicio que solo pediría repetir una lista de nombres. Todo lo demás se explica **con palabras y con los datos escritos en el enunciado**: se hace con un cuaderno y un lápiz, sin mirar ninguna imagen. **Queda fuera la parte de geología** de la asignatura —las rocas, el relieve, los cortes del terreno y las claves para identificar muestras—, porque en el reparto habitual de los libros esa parte cae en otros cursos y porque se practica sobre material dibujado. Y una aclaración que conviene leer: el currículo vigente agrupa los saberes de esta materia por ciclo y no curso a curso, así que **el reparto de estos dieciséis temas es una decisión nuestra**, igual que la de cualquier editorial, y puede no coincidir con el orden de tu libro. Esto sirve para ver por dónde flojeas; no sustituye al libro, ni al laboratorio, ni al profesor.

La organización del cuerpo humano

Lo que hay que saber

El cuerpo está organizado en **niveles**, y cada uno está hecho del anterior: **célula**, **tejido**, **órgano**, **aparato** o **sistema**, y organismo.

La **célula** es la parte más pequeña con vida propia. Un **tejido** reúne células parecidas que hacen el mismo trabajo, como el **muscular**, que se contrae. Un **órgano** reúne varios tejidos distintos que trabajan juntos, como el **estómago** o un pulmón.

▲ La diferencia entre **aparato** y **sistema** es una costumbre de los libros, no una ley. Se suele llamar sistema al conjunto de órganos en los que predomina un mismo tejido, como el **sistema nervioso**. Y aparato al de órganos distintos que colaboran, como el **aparato digestivo**. Hay libros que escriben «sistema circulatorio» y otros «aparato circulatorio», y se entienden igual.

Las **funciones vitales** son tres: la **nutrición**, la **relación** y la **reproducción**. ▲ Las tres hacen falta para que haya vida, y aun así no se necesitan todas de la misma manera.

Los aparatos no trabajan aislados. Para que una célula del pie reciba oxígeno tienen que funcionar dos a la vez. El respiratorio, que lo toma del aire, y el circulatorio, que lo lleva hasta allí.

- 1 Ordena estos cinco niveles de organización del más pequeño al más grande, y di qué contiene cada uno: órgano · célula · organismo · tejido · aparato.

Solución

De menor a mayor: **célula** → **tejido** → **órgano** → **aparato** → **organismo**.

La célula es el nivel más pequeño con vida propia. Un tejido son células parecidas que hacen el mismo trabajo, como el tejido muscular.

Un órgano reúne varios tejidos distintos que colaboran. El estómago, por ejemplo, tiene tejido muscular que lo mueve, tejido que lo recubre por dentro y tejido nervioso que lo coordina.

Un aparato reúne varios órganos con un objetivo común, y el organismo es el conjunto de todos ellos funcionando a la vez.

Comprueba este paso: lee tu lista de arriba abajo y comprueba que en cada salto puedes decir *está hecho del anterior*. Un organismo está hecho de aparatos, un aparato de órganos, un órgano de tejidos y un tejido de células. Si en algún salto esa frase no encaja, hay dos niveles cambiados. Eso comprueba el orden; no comprueba que hayas acertado con el contenido de cada nivel.

- 2 Un compañero dice que el estómago es un tejido, porque está hecho todo de tejido muscular. Explica dónde está el error. Y di después qué diferencia hay entre un aparato y un sistema.

Solución

El estómago no es un tejido: es un **órgano**.

Un tejido son células organizadas para hacer el mismo trabajo, y no siempre son de un solo tipo: la sangre y el tejido nervioso llevan dentro células muy distintas entre sí. El estómago, en cambio, tiene varias clases de tejido a la vez: uno muscular que lo mueve, uno que lo recubre por dentro y fabrica jugos, y uno nervioso que coordina los movimientos.

Es cierto que ese tejido abunda en su pared, y por ahí llega el error. Pero tener mucho de algo no basta: lo decisivo es si hay un solo tipo de tejido o varios.

Sobre la segunda pregunta. Se suele llamar **sistema** al conjunto de órganos en los que predomina un mismo tejido. Y **aparato** al de órganos de tejidos distintos que colaboran. ▲ Es una costumbre de los libros, no una ley, y no todos la aplican igual.

Una pista que avisa: cuando para describir algo hay que nombrar dos tejidos distintos, ya no se está hablando de un tejido. Al revés no funciona: hay órganos de los que solo sabrías nombrar un tejido, y siguen siendo órganos.

3

Lee esta frase: «todo ser vivo se reproduce». Explica (a) en qué sentido es cierta y (b) en qué sentido no lo es.

Solución

(a) Es cierta si se habla de la **especie**. Ninguna especie sigue existiendo si sus individuos no dejan descendencia, y por eso la reproducción es una de las tres funciones vitales.

(b) No es cierta si se habla de un individuo concreto. Una persona que no tiene descendencia está tan viva como cualquier otra, y lo mismo vale para muchos animales.

La diferencia está en el nivel del que se habla. La nutrición y la relación las necesita cada individuo para seguir vivo, día a día. La reproducción la necesita la especie para seguir existiendo.

Comprobación: prueba la frase dos veces, una con un individuo concreto y otra con la especie entera. Si el individuo la rompe y la especie la sostiene, la frase tal como está escrita es falsa, porque dice «todo»; hace falta decir de qué nivel se habla, y entonces sí se sostiene. Los dos apartados se contestan con ese mismo criterio.

La célula por dentro

Lo que hay que saber

Toda célula tiene tres cosas. Una **membrana**, que la separa de fuera y decide qué entra y qué sale. Un **citoplasma** gelatinoso, donde ocurre casi todo. Y el material que guarda la **información hereditaria**.

Las células humanas guardan esa información dentro de un **núcleo**. Con ella fabrican sus proteínas, que son las piezas y las herramientas con las que la célula hace su trabajo.

En el citoplasma hay **orgánulos**, cada uno con su oficio. Las **mitocondrias** son donde la célula obtiene su energía, y para eso usan oxígeno. Los **ribosomas** fabrican proteínas. Y los **lisosomas** deshacen lo que ya no sirve.

▲ Las células de una persona no son todas iguales, aunque guarden la misma información. Una célula del músculo es alargada y se contrae; una del sistema nervioso tiene prolongaciones muy largas. Y el **glóbulo rojo** humano maduro es un caso extremo: pierde el núcleo para llevar más carga.

Los **tejidos** humanos se agrupan en cuatro grandes clases. El **epitelial** recubre y forma glándulas. El **conjuntivo** une, rellena y sostiene, y a él pertenecen casos tan distintos como el hueso y la sangre. El **muscular** se contrae. Y el **nervioso** recibe y transmite información.

▪ Este tema se queda **solo con teoría**, y conviene saber por qué. Lo que de verdad se practica de la célula es otra cosa: señalar sus partes sobre un esquema dibujado y compararlo con el de una célula vegetal. Sin ese esquema el ejercicio se queda en recitar una lista de nombres, que no enseña nada. La explicación está aquí; el esquema, en el libro o en clase.

La nutrición: cuatro aparatos para una función

Lo que hay que saber

Alimentarse y **nutrirse** no son lo mismo. Alimentarse es tomar alimentos, y es algo que se elige. Nutrirse es todo lo que el cuerpo hace después con ellos, y eso no se elige.

En la **función de nutrición** trabajan cuatro aparatos. El **digestivo** prepara los nutrientes. El **respiratorio** toma **oxígeno** y suelta **dióxido de carbono**, que se escribe CO_2 . El **circulatorio** lo reparte todo. Y el **excretor** retira los desechos.

Un **alimento** es una mezcla; un **nutriente** es cada una de las sustancias aprovechables que lleva dentro. Los nutrientes son seis: **hidratos de carbono**, **lípidos** o grasas, **proteínas**, **vitaminas**, **sales minerales** y **agua**.

El destino de todo es la **célula**. Dentro de ella, la **respiración celular** saca energía de los nutrientes usando oxígeno, y deja dióxido de carbono y agua.

▲ El oxígeno hace falta para obtener esa energía, y aun así no se cuenta como nutriente: no viene de los alimentos y entra por otro aparato. Es un ejemplo de que las clasificaciones se hacen con un criterio, y conviene saber cuál.

4

Explica por qué una persona puede comer mucho y estar mal nutrida. Usa en la respuesta la diferencia entre alimentarse y nutrirse.

Solución

Porque **alimentarse** y **nutrirse** no son lo mismo.

Alimentarse es tomar alimentos, y eso se decide. Se puede tomar mucha cantidad y que casi toda sea del mismo tipo de nutriente.

Nutrirse es lo que el cuerpo hace después: separar los nutrientes, repartirlos y usarlos. Si en lo que se come faltan proteínas, vitaminas o sales minerales, el cuerpo no puede fabricarlas de la nada.

Por eso la cantidad y la variedad son dos cosas distintas. Estar mal nutrido no significa comer poco: significa que lo que llega no encaja con lo que el cuerpo necesita. ▲ Eso incluye que falte algo, pero también que sobre.

Una pista que avisa: una respuesta que hable solo de cantidades se queda a medias. Pregúntate *qué* le llega al cuerpo, no cuántos platos entran. La pista avisa de una respuesta incompleta; no garantiza que la tuya esté completa.

5

Di si cada uno es un alimento o un nutriente, y explica los que te hagan dudar: (a) el pan · (b) el agua · (c) el aceite de oliva · (d) la vitamina C · (e) las lentejas.

Solución

(a) El pan es un **alimento**: es una mezcla de hidratos de carbono, algo de proteína, agua y más cosas.

(b) El agua es el caso raro de la lista: es un **nutriente** y a la vez se toma tal cual, así que también funciona como alimento. Es la única que está en los dos sitios.

(c) El aceite de oliva es un **alimento**, aunque sea casi todo del mismo nutriente, las grasas. Que sea casi puro no lo convierte en un nutriente.

(d) La vitamina C es un **nutriente**: ya es una de las sustancias aprovechables, no una mezcla.

(e) Las lentejas son un **alimento**, con hidratos de carbono, proteínas, sales minerales y agua.

Comprueba este paso: para cada uno, pregúntate si se puede separar en partes aprovechables distintas. Si se puede, es un alimento; si ya es una de esas partes, es un nutriente. El agua se sale de esa norma porque es una cosa y la otra, y por eso está en la lista.

6

Cuenta con palabras el viaje de un trozo de pan hasta que su energía llega a una célula del dedo gordo del pie. Di qué aparato interviene en cada tramo y en qué momento entra el oxígeno.

Solución

Primero trabaja el **aparato digestivo**. El pan se va deshaciendo hasta que sus hidratos de carbono quedan en trozos lo bastante pequeños para pasar a la sangre.

Después trabaja el **aparato circulatorio**. La sangre recoge esos trozos en el intestino y los reparte hasta la célula del dedo.

El **oxígeno** entra por otro camino y se suma al viaje por el medio. Lo toma del aire el **aparato respiratorio**, pasa a la sangre, y esa misma sangre lo lleva hasta la célula.

Ya dentro de la célula ocurre la **respiración celular**: con el oxígeno se saca la energía del nutriente y quedan dióxido de carbono y agua.

Lo que sobra se retira. El dióxido de carbono vuelve a salir por el aparato respiratorio, y los desechos que quedan disueltos los retira el **aparato excretor**.

Comprueba este paso: cuenta cuántos de los cuatro aparatos de la nutrición has nombrado. Tienen que aparecer los **cuatro**, y el oxígeno tiene que entrar antes de llegar a la célula, nunca después. Que estén los cuatro no asegura que el orden sea el correcto.

El aparato digestivo y el camino del alimento

Lo que hay que saber

El **tubo digestivo** es un conducto continuo. Empieza en la **boca** y sigue por la faringe, el **esófago** y el **estómago**. Después vienen el **intestino delgado** y el **intestino grueso**, y termina en el ano.

Aparte están las **glándulas anejas**: las salivales, el **hígado** y el **páncreas**. Vierten sus jugos dentro del tubo por un conducto, y por dentro de ellas no circula el alimento.

Ocurren cuatro cosas, y en este orden: **ingestión**, **digestión**, **absorción** y expulsión de lo que sobra. La digestión es **mecánica** —los dientes, los movimientos del tubo— y **química**, con las **enzimas** de los jugos.

▲ La digestión arranca en la **boca** y no en el estómago. En ella los dientes lo trituran, y la saliva aporta una enzima que ataca el almidón. En el estómago el jugo gástrico es ácido y continúa con las proteínas. Y en el **intestino delgado** la terminan el jugo del páncreas y la **bilis**. La bilis la fabrica el **hígado** y la guarda la **vesícula biliar**. Allí ocurre también la **absorción**: lo aprovechable atraviesa las **vellosidades** de la pared y pasa a la sangre. Buena parte de las grasas no toma ese camino directo: entra antes en otros conductos de la pared y llega a la sangre más tarde.

El **intestino grueso** no está de adorno: absorbe agua y sales, y aloja la **microbiota**, el conjunto de bacterias que viven allí y que fabrican algunas vitaminas.

▪ Lo que sale por el ano no es, en su mayor parte, un producto de **excreción**, aunque salga del cuerpo. Excretar es sacar de la **sangre** los desechos que el propio cuerpo ha fabricado.

7

Una persona se come un bocadillo. Di en qué tramo del tubo digestivo está lo que queda de él en cada uno de estos momentos, y qué le está pasando allí: (a) todavía lo está masticando · (b) nota que algo baja por detrás del pecho · (c) lleva un buen rato con sensación de estómago lleno · (d) los nutrientes del pan ya viajan por la sangre · (e) lo que no ha servido está a punto de salir.

Solución

(a) En la **boca**. Los dientes lo trituran y la saliva aporta una enzima que empieza con el almidón.

(b) En el **esófago**, al que ha llegado desde la boca pasando por la faringe. El esófago no digiere nada: empuja.

(c) En el **estómago**. Allí el jugo gástrico es ácido y continúa con las proteínas.

(d) Ha llegado al **intestino delgado**, que es donde ocurre la **absorción**. Allí terminan la digestión el jugo del páncreas y la bilis, y lo aprovechable atraviesa las vellosidades y llega a la sangre.

(e) En el **intestino grueso**, donde se recuperan sobre todo agua y sales y viven las bacterias de la microbiota, camino del ano.

Puestos en fila son siete tramos: **boca** → **faringe** → **esófago** → **estómago**, y después **intestino delgado** → **intestino grueso** → **ano**. El alimento los recorre en ese orden y sin volver atrás.

Comprueba este paso: repasa si tus cinco respuestas avanzan y nunca retroceden. El momento (d) tiene que caer más adelante que el (c), y el (e) más adelante que el (d). Si en tu respuesta un momento posterior ocurre en un tramo anterior, hay dos cambiados. Ese control no dice si has acertado lo que pasa en cada tramo.

8

A una persona le han quitado la vesícula biliar. Nota que digiere peor las comidas muy grasas y, en cambio, una comida normal no le da ningún problema. Explica a qué se deben las dos cosas.

Solución

Las dos cosas se explican por el trabajo que hacía la **vesícula biliar**.

La vesícula no fabrica nada: es un almacén. Guarda la bilis entre comidas y la suelta de golpe al intestino delgado cuando llega alimento.

La bilis no es una enzima y no rompe las grasas por sí misma. Lo que hace es partirlas en gotitas muy pequeñas. Así las enzimas del jugo del páncreas trabajan sobre mucha más superficie.

Sin vesícula, el hígado sigue fabricando bilis, pero llega poco a poco en vez de de golpe. Por eso una comida con mucha grasa se digiere peor, y una comida normal no suele dar problema.

Una pista que avisa: vuelve sobre tu respuesta si en ella la vesícula fabrica la bilis. Las glándulas anejas que fabrican jugos son las salivales, el hígado y el páncreas, y la vesícula no aparece en esa lista. La pista caza ese error concreto y calla sobre todo lo demás.

9

Explica por qué lo que sale por el ano no se considera un producto de excreción, aunque salga del cuerpo.

Solución

Porque **excretar** es sacar de la sangre los desechos que el propio cuerpo ha fabricado, y la mayor parte de lo que sale por el ano no ha pasado nunca por la sangre.

Lo que sale por el ano es sobre todo lo que nunca llegó a entrar: restos del alimento que no se han podido absorber. Con ellos salen agua y bacterias de la microbiota. ▲ Y hay una parte que sí viene de la sangre: unos productos que el hígado vierte al tubo con la bilis, y también agua y sales que el propio tubo suelta dentro.

Visto así, el tubo digestivo es un conducto que atraviesa el cuerpo de lado a lado. Lo que va por dentro del conducto todavía está fuera, en el sentido de que no ha pasado a la sangre.

El dióxido de carbono expulsado por los pulmones sí es excreción: lo han fabricado las células, y viajaba disuelto en la sangre hasta salir al aire.

Comprueba este paso: para cada cosa que sale del cuerpo hay que contestar dos preguntas, no una: si viene de la sangre y si es un desecho del propio cuerpo. Las dos respuestas tienen que ser que sí. La leche y las lágrimas también vienen de la sangre y no son excreción, porque no son desechos. Aplícalo al dióxido de carbono y a los restos del alimento y verás que los dos se clasifican solos.

Los nutrientes, la dieta y la energía

Lo que hay que saber

Los nutrientes hacen tres trabajos. El **energético** corre a cargo sobre todo de los hidratos de carbono y de las grasas. El **plástico**, es decir construir y reparar, lo hacen las proteínas y algunas sales minerales. Y el **regulador**, las vitaminas, las sales minerales y el agua. Muchos alimentos sirven para más de una cosa a la vez.

Cada gramo aporta una energía conocida. **1 g de hidratos de carbono aporta unas 4 kcal. 1 g de proteína, unas 4 kcal. Y 1 g de grasa, unas 9 kcal.** Las etiquetas la dan también en kilojulios: **1 kcal equivale a 4,184 kJ.**

▲ Las vitaminas, las sales minerales y el agua **no aportan energía**, así que no se cuentan en las kilocalorías de un plato. De las vitaminas y de las sales hace falta muy poca cantidad. Del **agua**, en cambio, hacen falta litros al día, y aun así tampoco aporta ni una kilocaloría.

Una **dieta equilibrada** reparte la energía de forma orientativa. Entre el 50 % y el 60 % viene de los hidratos de carbono. Alrededor del 30 %, de las grasas. Y entre el 12 % y el 15 %, de las proteínas.

El **índice de masa corporal** se obtiene dividiendo la masa entre la altura multiplicada por sí misma. Sale en kg/m^2 . ▲ Es un indicador pensado para comparar poblaciones, y no un diagnóstico de nadie.

El **balance energético** compara lo que se toma con lo que se gasta. Si entra más de lo que se gasta, el exceso se almacena; si entra menos, se tira de las reservas. Es una cuenta aproximada: el gasto no es un número fijo y cambia con la actividad, con la edad y con otras cosas.

10

La comida de un día aporta 330 g de hidratos de carbono, 90 g de proteínas y 80 g de grasas. Calcula (a) la energía total en kcal y (b) el porcentaje de la energía que aporta cada nutriente. Usa 4 kcal/g para los hidratos de carbono, 4 kcal/g para las proteínas y 9 kcal/g para las grasas.

Solución

(a) Cada nutriente aporta: $(330 \text{ g}) \times (4 \text{ kcal/g}) = \mathbf{1.320 \text{ kcal}}$ de hidratos de carbono; $(90 \text{ g}) \times (4 \text{ kcal/g}) = \mathbf{360 \text{ kcal}}$ de proteínas; y $(80 \text{ g}) \times (9 \text{ kcal/g}) = \mathbf{720 \text{ kcal}}$ de grasas.

El total es $(1.320 \text{ kcal}) + (360 \text{ kcal}) + (720 \text{ kcal}) = \mathbf{2.400 \text{ kcal}}$.

(b) Cada porcentaje sale dividiendo su parte entre el total. Hidratos de carbono: $1.320 \div 2.400 = 0,55$, es decir el **55 %**. Proteínas: $360 \div 2.400 = 0,15$, el **15 %**. Grasas: $720 \div 2.400 = 0,30$, el **30 %**.

Ese reparto cae dentro de lo orientativo para una dieta equilibrada: del 50 % al 60 % de hidratos de carbono, del 12 % al 15 % de proteínas y alrededor del 30 % de grasas.

Comprueba este paso: mira si los porcentajes suman $55 + 15 + 30 = 100$. ▲ Eso no lo comprueba todo: si hubieras intercambiado dos de ellos, la suma seguiría dando 100. Y mira las unidades del apartado (a): gramos multiplicados por kilocalorías por gramo dejan **kcal**, que es la unidad que se pedía. Si en el resultado te quedan gramos, has multiplicado por el número que no era.

11

Una persona tiene una masa de 54 kg y una altura de 1,50 m. Calcula su índice de masa corporal y di en qué unidades sale. Después explica por qué ese número no sirve para decidir si está bien o mal de peso.

Solución

El índice se obtiene dividiendo la masa entre la altura multiplicada por sí misma: $(1,50 \text{ m}) \times (1,50 \text{ m}) = 2,25 \text{ m}^2$, y $(54 \text{ kg}) \div (2,25 \text{ m}^2) = \mathbf{24 \text{ kg/m}^2}$.

Sale en **kilogramos por metro cuadrado**, y esa unidad es la señal de que abajo hay una superficie y no una longitud.

Sobre la última pregunta: este índice se creó para comparar grupos grandes de personas, no para juzgar a una sola. No distingue músculo de grasa, así que alguien muy musculado sale alto sin que le sobre nada.

Y en una persona de tu edad los valores de adulto no valen: se leen unas tablas de percentiles por edad y por sexo, porque el cuerpo todavía está creciendo. ▲ Por eso este número sirve como punto de partida para hablar con un profesional, y nunca como diagnóstico.

Comprueba este paso: fíjate en el denominador. Tiene que ser la altura **por sí misma**, no la altura por 2. Con estos datos, multiplicar por 2 da $54 \div 3,00 = 18$, que parece un valor normal y está mal; y poner la altura en centímetros da $54 \div 22.500 = 0,0024$, que salta a la vista. O sea que *si sale raro está mal* caza uno de los dos errores y deja escapar el otro: lo que hay que comprobar es la unidad, que tiene que quedar en kg/m^2 .

12

Clasifica cada uno por la función que cumple sobre todo, y di cuáles hacen más de una: (a) las proteínas · (b) el agua · (c) los hidratos de carbono · (d) el calcio · (e) las vitaminas.

Solución

(a) Las proteínas tienen función **plástica**: construyen y reparan. También aportan energía, unas 4 kcal por gramo. Y además hay proteínas que regulan: las enzimas de los jugos digestivos lo son.

(b) El agua tiene función **reguladora**: es el medio donde ocurre todo y ayuda a repartir el calor. No aporta energía.

(c) Los hidratos de carbono tienen función **energética**, y es el caso más claro de la lista.

(d) El calcio hace dos cosas: es **plástico**, porque forma parte de los huesos, y **regulador**, porque hace falta para que los músculos se contraigan.

(e) Las vitaminas tienen función **reguladora**, y no aportan energía por mucho que lo diga un envase.

Una pista que avisa: cuando cada uno de ellos cae en una sola casilla, probablemente falte algo. En esta lista hay dos que hacen más de una cosa. La pista avisa de que mires otra vez; no te dice cuántas funciones tiene cada uno.

13

Una etiqueta dice que 100 g de un producto aportan 2.092 kJ. Sabiendo que 1 kcal equivale a 4,184 kJ, calcula (a) cuántas kcal son esos 2.092 kJ. Y (b) cuántas kcal aporta una ración de 30 g.

Solución

(a) Divido: $(2.092 \text{ kJ}) \div (4,184 \text{ kJ/kcal}) = \mathbf{500 \text{ kcal}}$ por cada 100 g.

Las unidades encajan: kilojulios divididos entre kilojulios por kilocaloría dejan **kilocalorías**, que es la unidad buscada.

(b) Si 100 g aportan 500 kcal, cada gramo aporta 5 kcal. Y 30 g aportan $(30 \text{ g}) \times (5 \text{ kcal/g}) = \mathbf{150 \text{ kcal}}$. También se puede hacer de una vez: $(500 \text{ kcal}) \times (30 \div 100) = 150 \text{ kcal}$. Sale lo mismo, y para eso sirve hacerlo por dos caminos.

Comprobación: deshaz las dos cuentas. $(500 \text{ kcal}) \times (4,184 \text{ kJ/kcal}) = 2.092 \text{ kJ}$, que es el dato de la etiqueta; y $(150 \text{ kcal}) \times (100 \div 30) = 500 \text{ kcal}$ por cada 100 g. Si al volver atrás no recuperas el dato de partida, la cuenta está mal.

El aparato respiratorio y el intercambio de gases

Lo que hay que saber

El aire sigue este camino: **fosas nasales**, faringe, **laringe**, **tráquea**, **bronquios**, **bronquiolos** y **alvéolos**. La tráquea lleva anillos de cartílago para no aplastarse.

La **ventilación** tiene dos tiempos. Al **inspirar**, el **diafragma** desciende y las costillas suben. La caja del tórax se agranda y entra aire. Al **espirar** en reposo esos músculos se relajan, y el aire sale casi solo.

El **intercambio de gases** ocurre en la zona de los **alvéolos**, que son bolsas diminutas envueltas en **capilares**, y prácticamente en ningún otro punto del camino del aire. El oxígeno pasa al capilar y el dióxido de carbono hace el camino contrario. Cada uno viaja desde donde abunda hacia donde escasea.

▲ El aire espirado no es puro dióxido de carbono. Entra con un 21 % de oxígeno y un 0,04 % de dióxido de carbono. Y sale con alrededor de un 16 % de oxígeno y un 4 % de dióxido de carbono. Por eso el aire de otra persona todavía sirve para reanimar.

▪ La **ventilación** y la **respiración celular** son dos cosas distintas con nombres parecidos. La primera es el aire entrando y saliendo. La segunda ocurre dentro de cada célula y no se ve.

Los números de referencia de un adulto en reposo: entran y salen unos **0,5 L** en cada respiración y se respira entre **12 y 16 veces por minuto**. El aire máximo que se puede mover en una respiración forzada está entre 3,5 L y 5 L.

14

Di en qué tramo del camino del aire ocurre cada una de estas cosas, y explica por qué el intercambio de gases no puede ocurrir en ninguno de los otros: (a) nada más entrar, el aire se temple y se limpia un poco · (b) el aire pasa por el órgano con el que hablas · (c) el conducto no se aplasta porque lleva anillos de cartílago · (d) el aire se reparte en dos, uno para cada pulmón · (e) es donde el oxígeno entra en la sangre.

Solución

(a) En las **fosas nasales**. Después viene la faringe, que es el tramo que el aire comparte con la comida.

(b) En la **laringe**.

(c) En la **tráquea**.

(d) En los **bronquios**, que después se van partiendo en **bronquiolos** cada vez más finos.

(e) En los **alvéolos**, que es donde ocurre de verdad el intercambio.

Puesto en fila, el camino es **fosas nasales** → **faringe** → **laringe** → **tráquea** → **bronquios** → **bronquiolos** → **alvéolos**.

En los demás tramos no ocurre porque su pared es demasiado gruesa: el aire pasa por dentro, pero la sangre no queda pegada al otro lado. ▲ Capilares hay también en otros tramos —en la nariz los hay, y son los que templean el aire—, así que el motivo no es que falte sangre cerca, sino que la pared no deja pasar los gases.

El alvéolo reúne las dos condiciones: pared finísima y una red de capilares alrededor. Y como son muchísimos, la superficie total donde ocurre el intercambio es enorme.

Una pista que avisa: a partir de la tráquea los conductos se hacen cada vez más finos y más numerosos, y nunca vuelven a ensancharse. Si en tu orden un conducto fino aparece antes que otro más ancho, hay dos cambiados. Esta pista deja fuera los tres tramos de arriba, los que van por encima de la tráquea.

15

Un adulto en reposo mueve 0,5 L de aire en cada respiración y respira 12 veces por minuto. Haciendo ejercicio intenso mueve 2 L y respira 30 veces por minuto. Calcula (a) el aire que mueve en un minuto en cada caso y (b) cuántas veces más aire mueve haciendo ejercicio.

Solución

(a) En reposo: $(0,5 \text{ L}) \times (12 \text{ por minuto}) = \mathbf{6 \text{ L por minuto}}$. Haciendo ejercicio: $(2 \text{ L}) \times (30 \text{ por minuto}) = \mathbf{60 \text{ L por minuto}}$.

(b) La comparación es una división entre dos cantidades de la misma clase: $(60 \text{ L/min}) \div (6 \text{ L/min}) = \mathbf{10}$. Mueve diez veces más aire.

El resultado del apartado (b) no lleva unidad, y eso tiene sentido: es un número de veces, no una cantidad de aire.

Han cambiado los dos factores a un tiempo, y por eso se multiplica tanto. El aire de cada respiración se hace cuatro veces mayor y la frecuencia, dos veces y media.

Comprobación: rehaz el cálculo por otro camino. El volumen pasa de 0,5 L a 2 L, que es multiplicar por 4; la frecuencia pasa de 12 a 30, que es multiplicar por 2,5. El producto $4 \times 2,5 = 10$ tiene que coincidir con la división del apartado (b), y coincide.

16

El aire que entra lleva un 21 % de oxígeno y el que sale lleva alrededor de un 16 %. Con una respiración de 500 mL, calcula cuánto oxígeno se queda el cuerpo cada vez. Y cuánto en un minuto, respirando 12 veces. Después explica por qué el aire que sale de unos pulmones todavía sirve para reanimar a otra persona.

Solución

La diferencia entre el aire que entra y el que sale es de $21 \% - 16 \% = \mathbf{5 \text{ puntos de porcentaje}}$.

Sobre 500 mL, ese 5 % son $(500 \text{ mL}) \times 0,05 = \mathbf{25 \text{ mL de oxígeno}}$ en cada respiración.

En un minuto: $(25 \text{ mL}) \times (12 \text{ por minuto}) = \mathbf{300 \text{ mL de oxígeno por minuto}}$.

Y por eso sirve para reanimar: del 21 % que entró todavía sale un 16 %, o sea la mayor parte. El aire espirado dista mucho de ser dióxido de carbono puro: le falta parte del oxígeno, no todo.

Comprueba este paso: repasa si el oxígeno que retiene el cuerpo es menor que el que entró.

Entraron $(500 \text{ mL}) \times 0,21 = 105 \text{ mL}$ y se quedaron 25 mL. Salieron 80 mL, que son justo el 16 % de 500 mL. Si el oxígeno retenido te sale mayor que el que entró, has usado mal los porcentajes. ▲ Restar al revés no da eso: da un número negativo, y eso salta a la vista enseguida.

17

Un compañero dice que respirar y la respiración celular son lo mismo. Di en qué se distinguen y pon dos casos en los que se vea que son cosas distintas.

Solución

No son la misma cosa. Respirar, en el sentido de la **ventilación**, es meter y sacar aire de los pulmones. La **respiración celular** ocurre dentro de cada célula.

En la respiración celular la célula usa el oxígeno para sacar energía de los nutrientes, y deja como residuos dióxido de carbono y agua. Ahí está el motivo de todo lo demás: si no hiciera falta oxígeno dentro de la célula, no haría falta ventilar.

Primer caso: una planta no tiene pulmones y no ventila. Y aun así hace respiración celular en sus células, de día y de noche. Ventilar es algo que hacen algunos seres vivos; la respiración celular la hacen sus células.

Segundo caso: quien aguanta la respiración deja de ventilar unos segundos, y sus células siguen con la respiración celular. Por eso se va acumulando dióxido de carbono, y llega un momento en que hay que soltar el aire.

Comprueba este paso: pregúntate dónde ocurre cada una. Si la respuesta es *en los pulmones*,

estás hablando de la ventilación; si es *dentro de la célula*, de la respiración celular. Ese criterio separa las dos, y no dice nada de si has explicado bien lo que pasa en cada sitio.

El aparato circulatorio: la sangre y los dos circuitos

Lo que hay que saber

La **sangre** tiene una parte líquida, el **plasma**, y tres clases de piezas flotando en ella. Los **glóbulos rojos** transportan el oxígeno gracias a la **hemoglobina**. Los **glóbulos blancos** defienden. Y las **plaquetas** intervienen en la **coagulación**: ▲ no son células enteras, sino trozos desprendidos de una célula mucho mayor.

El **corazón** tiene cuatro cavidades: dos **aurículas** en la parte de arriba y dos **ventrículos** debajo de ellas. La mitad derecha y la izquierda no se comunican entre sí. Las **válvulas** dejan pasar la sangre en un sentido y le impiden volver.

▲ Se llama **arteria** al vaso que **parte** del corazón y **vena** al que trae la sangre **de vuelta** hacia él. La definición no menciona el oxígeno que lleven dentro, y no es ningún olvido. De vuelta no siempre quiere decir directamente: la vena que recoge la sangre del intestino no llega al corazón, sino que entra antes en el hígado y allí se reparte otra vez en capilares.

La circulación es **doble y completa**. El **circuito menor** va del ventrículo derecho a los pulmones por la arteria pulmonar. Y vuelve a la aurícula izquierda por las venas pulmonares. El **circuito mayor** sale del ventrículo izquierdo por la **arteria aorta** y recorre el cuerpo. Regresa a la aurícula derecha por las **venas cavas**.

Doble quiere decir que en cada vuelta completa la sangre pasa dos veces por el corazón. Completa quiere decir que la sangre rica y la pobre en oxígeno no se mezclan.

Los **capilares** son los vasos donde ocurre de verdad el intercambio con las células. Son tan finos que los glóbulos rojos pasan casi en fila. Cifras de referencia de un adulto en reposo: entre **60 y 100 latidos por minuto**, y unos **70 mL** expulsados en cada latido.

18

Lee esta frase: «una arteria lleva siempre sangre rica en oxígeno, y una vena la lleva pobre». Di si es verdad y demuéstalo con un caso concreto.

Solución

Esa frase es **falsa**, y basta un caso para tumbarla.

El caso es el circuito menor. La **arteria pulmonar** sale del ventrículo derecho hacia los pulmones y lleva sangre **pobre** en oxígeno, porque va precisamente a cargarlo. Y las **venas pulmonares** vuelven de los pulmones a la aurícula izquierda con sangre **rica** en oxígeno.

Lo que sí distingue a los dos vasos es la dirección respecto al corazón. Arteria es el vaso que parte de él y vena el que trae la sangre de vuelta. Esa es la definición que da nombre al vaso, y es la que hay que aplicar aquí.

La frase del enunciado funciona en el circuito mayor, y por ahí llega el error. Pero una regla que falla en la mitad de los casos no sirve como regla.

Comprobación: nombra el vaso mirando solo hacia dónde va, y deja el oxígeno al margen. Sale del corazón, arteria; vuelve hacia él, vena. Pruébalo con la ida y con la vuelta del circuito menor. Con ese criterio los dos vasos salen bien; con el del enunciado, los dos salen mal.

19

Una gota de sangre acaba de soltar su oxígeno en un músculo de la pierna. Cuenta todo lo que le ocurre hasta que vuelve a ese mismo músculo cargada otra vez. Nombra por orden los vasos y las cavidades por los que pasa, y di cuántas veces entra en el corazón y por dónde.

Solución

Desde los capilares de la pierna, la gota se recoge en la **vena cava** de abajo, que es la que trae la sangre de las piernas, y entra en la **aurícula derecha**. De ahí baja al **ventrículo derecho**.

Empieza entonces el **circuito menor**. Sale por la **arteria pulmonar** y llega a los **capilares de los pulmones**, que es donde carga el oxígeno y suelta el dióxido de carbono. Vuelve por las **venas pulmonares** a la **aurícula izquierda**, y de ahí pasa al **ventrículo izquierdo**.

Y empieza el **circuito mayor**. Sale por la **arteria aorta**, recorre el cuerpo y llega a los **capilares del cuerpo**, entre ellos los de esa misma pierna. Ahí descarga el oxígeno otra vez.

Entra en el corazón **dos veces**, una por cada circuito, y las dos por una **aurícula**. Y sale otras dos, siempre por un **ventrículo**. Por eso la circulación se llama doble.

Comprueba este paso: cuenta las veces que tu recorrido entra en el corazón y por dónde entra. Tienen que ser dos, y las dos por una aurícula. Si entra tres veces, o si entra directamente por un ventrículo, hay una etapa mal colocada. Ese recuento no comprueba los nombres de los vasos.

20

El ventrículo izquierdo expulsa unos 70 mL de sangre en cada latido, y el corazón late 70 veces por minuto en reposo. Calcula (a) los litros que bombea en un minuto y (b) los que bombea en un día.

Solución

(a) En un minuto: (70 mL por latido) $\times$ (70 latidos por minuto) = **4.900 mL por minuto**, que son **4,9 L por minuto**.

Los latidos se cancelan al multiplicar: mililitros por latido, multiplicados por latidos por minuto, dejan mililitros por minuto.

(b) Un día tiene $24 \times 60 = 1.440$ minutos. Así que $(4,9 \text{ L/min}) \times (1.440 \text{ min}) = \mathbf{7.056 \text{ L al día}}$.

Son más de siete mil litros diarios movidos por un músculo del tamaño de un puño, y sin descanso.

Comprobación: mira las unidades del apartado (b): litros por minuto multiplicados por minutos dejan **litros**, la unidad que se buscaba. Si te quedan litros por minuto, no has multiplicado por el tiempo; y si te quedan minutos abajo, has dividido en vez de multiplicar.

21

De una herida la sangre sale a impulsos, con el ritmo del latido. De otra mana de forma continua y más despacio. Di de qué vaso sale cada una y explica por qué se comportan así.

Solución

La que sale a impulsos viene de una **arteria**. La que mana de forma continua, de una **vena**.

La explicación está en el corazón. Cada latido del ventrículo lanza la sangre a la arteria de golpe. Dentro de una arteria, la presión sube y baja con el ritmo del latido. De ahí los impulsos.

Cuando la sangre llega a las venas ya ha atravesado los capilares, que son finísimos y muchísimos. Eso amortigua los golpes, y la sangre avanza con menos presión y de forma bastante constante.

Por eso una hemorragia arterial suele perder más sangre en menos tiempo. ▲ Aun así, el nombre del vaso no decide por sí solo la gravedad: una vena grande rota puede sangrar más que una arteria muy fina. Lo que manda es cuánta sangre se pierde y cómo está la persona.

Una pista que avisa: el ritmo de la salida orienta, pero no demuestra nada. Un rasguño de la piel sangra despacio sin venir de una vena, porque viene de capilares; y una arteria muy pequeña puede sangrar sin que se note el pulso. La pista sirve para sospechar, y quien decide es quien atiende la herida.

El aparato excretor y el equilibrio del agua

Lo que hay que saber

Excretar es retirar de la sangre los desechos que el propio cuerpo ha fabricado. No lo hace un solo órgano: hay varias vías de salida, y cada una se lleva cosas distintas.

El **aparato urinario** son dos **riñones**, dos **uréteres**, la **vejiga** y la **uretra**. Dentro de cada riñón hay alrededor de un millón de **nefronas**, que son filtros microscópicos.

La nefrona trabaja en tres pasos. Primero **filtra** de la sangre mucho líquido con las sustancias pequeñas que lleva disueltas; las proteínas grandes se quedan en la sangre. Después **reabsorbe** casi toda el agua y lo que aún sirve. Y además va echando a la futura orina alguna sustancia más. Lo que queda es la **orina**: es casi toda agua, y el desecho que más la caracteriza es la **urea**, que queda al aprovechar las proteínas.

▲ El riñón no solo limpia: decide cuánta agua y cuántas sales se quedan en el cuerpo. Por eso la orina sale escasa y oscura cuando se ha bebido poco o se ha sudado mucho. Y abundante y clara cuando sobra agua.

El **balance de agua** de un día sale a la par cuando el cuerpo ni gana ni pierde agua. ▲ No cuadra siempre: si entra menos de lo que sale, lo que baja es el agua del propio cuerpo. Entra con la bebida, con los alimentos y con el agua que las células fabrican al obtener energía. Y sale con la orina, con el **sudor**, con el aire espirado y con lo que se expulsa por el ano.

22

En un día normal una persona toma 1.500 mL de agua bebiendo. Y otros 700 mL con los alimentos, más 300 mL que fabrican sus propias células. Y pierde 1.500 mL por la orina y 500 mL por la piel. Más 400 mL por el aire espirado y 100 mL por el ano. Comprueba (a) que el balance cuadra. Y (b) di qué tiene que ocurrir un día de calor: pierde 1.200 mL por la piel y no bebe más.

Solución

(a) Las entradas suman $(1.500 \text{ mL}) + (700 \text{ mL}) + (300 \text{ mL}) = 2.500 \text{ mL}$.

Las salidas suman $(1.500 \text{ mL}) + (500 \text{ mL}) + (400 \text{ mL}) + (100 \text{ mL}) = 2.500 \text{ mL}$. Las dos cifras coinciden, así que el balance cuadra.

(b) Si por la piel se pierden 1.200 mL en vez de 500 mL, son $(1.200 \text{ mL}) - (500 \text{ mL}) = 700 \text{ mL}$ de más.

Para no perder agua, el cuerpo tendría que recortar esos 700 mL por otro lado, y lo que más puede ajustar es la orina: $(1.500 \text{ mL}) - (700 \text{ mL}) = 800 \text{ mL de orina}$. Sale poca y oscura. ▲ Ese es el ajuste que haría falta, no lo que forzosamente pasa: si el riñón no llega a tanto, el cuerpo pierde agua y aparece la deshidratación. Lo sensato es beber esos 700 mL y no obligar al riñón a apurar.

Comprueba este paso: vuelve a sumar las salidas con los números nuevos: $(800 \text{ mL}) + (1.200 \text{ mL}) + (400 \text{ mL}) + (100 \text{ mL}) = 2.500 \text{ mL}$, que siguen siendo las entradas del apartado (a). Si tu total no vuelve a dar las entradas, el ajuste está mal repartido. Eso comprueba la cuenta, y no que el riñón vaya a conseguir ese ajuste.

23

Di qué órgano expulsa cada uno de estos desechos y explica el que te haga dudar: (a) el dióxido de carbono, ya en el aire espirado · (b) la urea disuelta en la orina · (c) el agua y las sales del sudor.

Solución

(a) El dióxido de carbono lo expulsan los **pulmones**, en cada espiración. Lo han fabricado las células y viaja disuelto en la sangre hasta el alvéolo.

(b) La urea la expulsan los **riñones**, disuelta en la orina. Se forma al aprovechar las proteínas y resulta tóxica si se acumula.

(c) El agua y las sales del sudor los expulsa la **piel**, por sus glándulas sudoríparas.

El que hace dudar es el (c). Sudar sirve sobre todo para enfriar el cuerpo, y de paso salen agua y sales. Que salgan desechos no es la razón de sudar, aunque el resultado sea el mismo.

Comprueba este paso: para cada uno hay que responder a dos preguntas, y no a una: si venía de la sangre y si es un desecho que ha fabricado el propio cuerpo. Los tres de esta lista cumplen las dos. Venir de la sangre no basta: la leche y las lágrimas también vienen de ella y no son excreción.

24

Un anuncio dice que un producto depura el cuerpo y elimina las toxinas acumuladas. Explica qué órganos hacen ya ese trabajo y qué tendría que decir el anuncio para que la frase significara algo.

Solución

Ese trabajo ya lo hacen el **hígado** y los **riñones**, todos los días y sin ayuda.

El hígado transforma muchas sustancias en otras menos peligrosas o más fáciles de expulsar. Los riñones filtran la sangre y sacan con la orina lo que sobra. Y los pulmones y la piel retiran su parte.

La frase del anuncio no dice nada concreto. Para que significara algo tendría que decir *qué* sustancia elimina, *cuánta*, *dónde* estaba acumulada, y cómo se ha medido antes y después.

Mientras no diga eso, la palabra depurar no se puede comprobar ni desmentir. Y una frase que no se puede comprobar no es información.

Una pista que avisa: un anuncio que suelta una palabra de ciencias sin dar ninguna cantidad no está diciendo nada que se pueda comprobar. Es solo un indicio: también hay frases con cifras que están mal, y frases sin cifras que son correctas porque se comprobaron en otro sitio.

La función de relación y el sistema nervioso

Lo que hay que saber

La **función de relación** tiene tres pasos: unos **receptores** recogen la información, unos centros la procesan, y unos **efectores** responden. Los efectores son los músculos y las glándulas.

El **sistema nervioso central** es el **encéfalo** —**cerebro**, **cerebelo** y **tronco encefálico**— más la **médula espinal**. El **sistema nervioso periférico** son los **nervios** que salen de él.

La **neurona** es la célula que transmite la información, en forma de señal eléctrica. De una neurona a la siguiente la señal cruza un espacio diminuto, la **sinapsis**, y allí pasa por medio de sustancias químicas.

Hay tres clases de nervios. Los **sensitivos** llevan información desde los receptores hacia el centro. Los **motores** llevan la orden hacia el efector. Y los **mixtos** reúnen los dos tipos de fibra.

Un **acto voluntario** se decide en el cerebro. Un **acto reflejo** es automático y sigue siempre el mismo camino, y a ese camino se le llama **arco reflejo**.

▲ No todos los reflejos se resuelven en la médula espinal. El parpadeo y la tos se resuelven en el **tronco encefálico**, que forma parte del encéfalo. Lo que define a un reflejo no es dónde se decide, sino que la respuesta salga sola y por el mismo camino cada vez. Que el camino sea el mismo no significa que salga siempre con la misma fuerza: eso cambia con la situación.

25

Alguien toca sin querer una bandeja muy caliente y retira la mano antes de sentir el dolor. Di qué parte del cuerpo hace de receptor, cuál de centro y cuál de efector, qué va entre unas y otras, y por qué el movimiento llega antes que el dolor.

Solución

El **receptor** está en la piel de la mano. El centro es la **médula espinal**. Y el **efector** es un **músculo** del brazo, que es quien ejecuta la respuesta.

Entre el receptor y el centro va un **nervio sensitivo**, que lleva el aviso hacia dentro. Entre el centro y el efector va un **nervio motor**, que saca la orden.

Así que el camino tiene estas cinco etapas: **receptor de la piel** → **nervio sensitivo** → **médula espinal** → **nervio motor** → **músculo del brazo**. ▲ En el brazo las fibras de ida y las de vuelta no viajan por dos nervios aparte, sino juntas dentro de los mismos nervios mixtos.

El movimiento llega antes que el dolor porque la orden sale de la médula sin esperar al cerebro. La información sigue subiendo, y el encéfalo se entera un instante más tarde.

Comprueba este paso: repasa si tu camino empieza en un receptor, termina en un efector y lleva exactamente un centro en medio. Si aparecen dos centros, o si el camino acaba en un nervio, falta o sobra una etapa. Ese recuento no dice si has acertado con el centro.

26

Clasifica cada caso en acto voluntario o acto reflejo, y explica los que no encajen bien en ninguno de los dos: (a) retirar la mano al tocar algo que quema · (b) escribir tu nombre · (c) parpadear cuando se acerca un objeto · (d) respirar · (e) tragar un bocado.

Solución

(a) Acto **reflejo**, y de los que se resuelven en la médula espinal.

(b) Acto **voluntario**: se decide en el cerebro y se puede empezar y parar cuando se quiera.

(c) Acto **reflejo**, aunque este no se resuelve en la médula sino en el tronco encefálico. Sigue siendo reflejo porque sale solo y sigue siempre el mismo camino.

(d) Respirar es el primer caso que no encaja. Ocurre solo, sin pensarlo, y en eso se parece a un reflejo; pero se puede acelerar, frenar o parar unos segundos a voluntad. Se dice que es automático y que además admite control voluntario.

(e) Tragar es el segundo. El principio se decide. En cuanto el bocado pasa de la boca, el resto va solo y ya no se puede detener. ▲ La lista de dos casillas se queda corta con estos dos, y eso es lo que el ejercicio quería enseñar.

Una pista que avisa: plantéate si podrías evitarlo. Si puedes evitarlo, hay voluntad por medio. La pista falla justo en los dos últimos: respirar se puede frenar un rato y aun así no es voluntario en el sentido de escribir tu nombre.

27

Explica por qué la frase «los nervios llevan las órdenes del cerebro a los músculos» se queda corta. Pon dos ejemplos que lo demuestren.

Solución

Se queda corta porque los nervios llevan información en los **dos sentidos**.

Hay nervios **sensitivos**, que llevan la información desde los receptores hacia el centro; nervios **motores**, que llevan la orden desde el centro hacia el músculo o la glándula; y nervios **mixtos**, que se ocupan de las dos tareas.

El primer ejemplo es el propio arco reflejo. Si los nervios solo llevaran órdenes, la médula espinal nunca se enteraría de que la mano toca algo caliente. Y no habría nada que ordenar.

El segundo: para andar sin mirarte los pies, el encéfalo necesita saber a cada instante en qué posición están tus piernas. Esa información sube por nervios sensitivos.

Comprobación: coge cualquier respuesta a algo que pasa fuera y pregúntate qué hizo falta antes de la orden. En esos casos hay siempre una información que llegó primero. Si tu explicación empieza en el centro y no cuenta cómo se enteró, le falta el camino de ida. Con un movimiento que nace dentro, sin nada que lo dispare, esta comprobación no sirve.

Una persona tiene una lesión en la médula espinal a la altura del cuello. No puede mover las piernas y tampoco nota lo que le tocan en ellas. Y sin embargo, si le pinchan el pie, el pie se retira. Explica a qué se debe.

Solución

Puede ser porque esa respuesta es un **acto reflejo**, y el arco reflejo no necesita al encéfalo.

El pinchazo llega a un receptor del pie y sube por un nervio sensitivo hasta la médula espinal. Desde allí parte la orden por un nervio motor. Todo ese camino ocurre **por debajo** de la lesión, así que sigue funcionando.

Lo que la lesión corta es la comunicación con el encéfalo. Por eso la persona no nota el pinchazo: la información no consigue subir más allá del punto lesionado. Y por eso tampoco puede decidir mover la pierna: la orden voluntaria no consigue bajar.

Es decir, el movimiento ocurre y la persona ni lo ha decidido ni lo ha sentido. ▲ Para que ocurra hace falta que el arco reflejo de esa zona haya quedado entero. Justo después de una lesión así los reflejos pueden estar apagados un tiempo, y luego suelen reaparecer, aunque cuándo y cómo cambia mucho de una persona a otra.

Comprueba este paso: repasa el camino etapa por etapa y señala en cuál está la lesión. En un caso como este, lo que quede entero por debajo puede seguir funcionando y lo que tenga que cruzar el punto lesionado, no. Eso no vale como regla de cualquier lesión medular: muchas no cortan del todo y dejan pasar una parte. Ese criterio explica las tres cosas del enunciado a la vez. Si alguna se te queda sin explicar, revisa por dónde has hecho pasar el camino.

El ojo y el oído por dentro

Lo que hay que saber

Cada órgano de los sentidos tiene células especializadas que convierten un estímulo —luz, sonido, una sustancia química, presión— en una señal nerviosa. Lo que ve y lo que oye, en realidad, es el **encéfalo**.

En el **ojo**, la luz atraviesa la **córnea** y pasa por la **pupila**, que es el agujero que el **iris** abre y cierra. Después la enfoca el **crystalino**. La imagen se forma en la **retina**, y de allí sale el **nervio óptico** hacia el encéfalo.

En la retina hay dos clases de células sensibles. Los **conos** distinguen los colores y necesitan bastante luz. Los **bastones** funcionan con poca luz pero no dan color, y por eso de noche se ve en tonos grises.

▲ La imagen que se forma en la retina está invertida, y aun así el mundo se ve derecho: el encéfalo no gira ninguna fotografía, sino que interpreta esas señales. La **miopía** y la **hipermetropía** no son un fallo de la retina: son un problema de enfoque, porque la imagen se forma un poco delante o un poco detrás de ella.

El **oído** tiene tres partes. El **oído externo** recoge el sonido con el pabellón y el conducto. El **oído medio** lo transmite con el **tímpano** y tres huesecillos: **martillo**, **yunque** y **estribo**. El **oído interno** lo convierte en señal nerviosa en la **cóclea**.

▲ En el oído interno están también los **canales semicirculares**, que detectan los giros de la cabeza, y junto a ellos otras piezas que notan la posición respecto al suelo. Entre todas informan del **equilibrio**. Decir que hay cinco sentidos es una costumbre antigua, no una clasificación científica: el equilibrio tiene su órgano, y además se notan el dolor, la temperatura y la postura del propio cuerpo.

▪ Este tema se queda **solo con teoría**. Lo que se practica del ojo y del oído es doble. Seguir el camino de la luz o del sonido sobre el corte dibujado del órgano, y localizar cada pieza. Con palabras se puede contar, pero no practicar, y un ejercicio que solo pida repetir la lista no enseñaría nada.

El sistema endocrino y las hormonas

Lo que hay que saber

El cuerpo se coordina con dos sistemas. El **nervioso** manda señales eléctricas por los nervios. El **endocrino** manda sustancias que viajan en la sangre. ▲ Se suele decir que el primero es rápido y de efecto corto y el segundo lento y de efecto largo: es la tendencia, no una regla. Lo que de verdad los distingue es el camino que sigue la señal. Casi siempre trabajan juntos.

Una **hormona** es una sustancia que una **glándula endocrina** vierte directamente a la sangre, y que hace su trabajo lejos de donde se ha fabricado.

Las principales glándulas endocrinas son la **hipófisis**, que dirige a varias de las demás; el **tiroides**, que regula a qué ritmo trabaja el cuerpo; el **páncreas**; las **glándulas suprarrenales**, que fabrican **adrenalina**; y los ovarios y los testículos.

El páncreas vigila la **glucosa** de la sangre con dos hormonas de efecto opuesto: la **insulina** y el **glucagón**. Entre las dos la mantienen dentro de unos límites estrechos.

▲ El páncreas hace dos trabajos que no se parecen. Vierte jugo pancreático al intestino por un conducto, y eso no es una hormona. Y vierte insulina y glucagón a la sangre, y eso sí lo es. Por eso aparece a la vez en el aparato digestivo y en el sistema endocrino.

- 29 Explica por qué una hormona llega a todo el cuerpo por la sangre y, sin embargo, solo produce efecto en unos sitios.

Solución

Porque el efecto no depende de que la hormona llegue, sino de que haya quien la **reconozca**.

Las células que responden a una hormona tienen una pieza capaz de encajar con ella. Las que no la tienen, la dejan pasar como si no estuviera.

Por eso una misma hormona puede llegar al hígado, a un músculo del brazo y a la piel. Y provocar algo solo donde hay quien la reconoce.

Esa es también la diferencia de fondo con el sistema nervioso. El nervioso manda la señal por un cable que termina en un sitio concreto; el endocrino la suelta a la sangre y deja que la recoja quien pueda.

Una pista que avisa: mira otra vez tu respuesta si en ella la hormona elige a dónde va. La hormona no elige nada: va donde va la sangre, que es a todas partes. Quien decide es la célula que la reconoce o no. La pista caza ese error y no dice nada más.

- 30 Después de comer un plato de arroz, la glucosa de la sangre sube. Cuenta qué hace el páncreas y qué ocurre después. Explica también por qué en una persona con diabetes de tipo 1 no pasa lo mismo.

Solución

Al subir la glucosa, el páncreas suelta **insulina** a la sangre.

La insulina hace que las células recojan glucosa y que el hígado guarde una parte. El resultado es que la glucosa de la sangre baja y vuelve a su nivel habitual.

Si más tarde baja demasiado, por ejemplo tras muchas horas sin comer, el mismo páncreas suelta **glucagón**, que hace justo lo contrario: saca glucosa de las reservas del hígado y la devuelve a la sangre.

En la diabetes de tipo 1 el páncreas fabrica poca insulina o ninguna. Sin insulina la glucosa se queda en la sangre en vez de entrar en las células que dependen de ella, como las del músculo. Así que sube y no baja sola. Por eso el tratamiento consiste en aportar desde fuera la insulina que falta.

Comprobación: repasa si tu explicación tiene las dos direcciones, una hormona que baja la glucosa

y otra que la sube. Si solo has nombrado una, tu respuesta cuenta cómo baja el azúcar y no cómo se evita que baje de más. El cuerpo necesita las dos cosas.

31

Clasifica cada respuesta en nerviosa, endocrina o las dos, y explica la que te haga dudar: (a) retirar la mano de algo caliente · (b) crecer durante la adolescencia · (c) el sobresalto al oír un ruido fuerte · (d) enfocar la vista al leer.

Solución

(a) **Nerviosa**. Es un acto reflejo: la respuesta tarda una fracción de segundo y se acaba enseguida.

(b) **Endocrina**. Crecer es un proceso de años, dirigido por hormonas, y ninguna señal eléctrica podría sostener algo tan largo.

(c) Las **dos**, y es la que hace dudar. Primero responde el sistema nervioso, en un instante: el cuerpo se tensa y se gira hacia el ruido.

Y esa misma respuesta nerviosa hace que las glándulas suprarrenales suelten **adrenalina** a la sangre. Por eso el corazón sigue acelerado un buen rato después de haber comprobado que no pasaba nada: la adrenalina tarda en irse. No son dos turnos separados, sino dos partes que se solapan y en las que una dispara a la otra.

(d) **Nerviosa**. Es un ajuste rápido y continuo, que se corrige tantas veces por segundo como haga falta.

Una pista que avisa: la duración orienta, y nada más. Lo que empieza y acaba en un instante suele ser nervioso, y lo que dura días o años suele ser endocrino. ▲ No sirve de norma: hay actividad nerviosa que se mantiene horas y hormonas que actúan en segundos. Lo que separa los dos sistemas es por dónde viaja la señal.

El aparato locomotor

Lo que hay que saber

El **aparato locomotor** junta dos sistemas. El **óseo** son los **huesos**, los **cartílagos** y las **articulaciones**: sostiene, protege y da puntos de anclaje. El **muscular** es el que mueve.

Una **articulación** es la unión de dos huesos. Las hay **móviles**, como el hombro o la rodilla; **semimóviles**, como las de entre vértebras; y **fijas**, como las del cráneo. Los **ligamentos** unen hueso con hueso y los **tendones** unen músculo con hueso.

▲ Un músculo solo sabe **contraerse y tirar**: nunca empuja. Por eso trabajan por parejas **antagonistas**, una para cada sentido del movimiento.

El movimiento funciona como una **palanca**. El hueso es la barra, la articulación es el punto de apoyo y el músculo hace la fuerza, enganchado al hueso muy cerca de ella. La pareja más conocida del brazo son el **bíceps** y el **tríceps**, que no son los únicos músculos que hay ahí. Casi todas las palancas del cuerpo no ahorran fuerza: lo que ganan es recorrido y velocidad.

Las lesiones se nombran por la estructura dañada. Un **esguince** es un ligamento estirado o roto. Una **luxación** es un hueso que se sale de la articulación. Una **rotura de fibras** es del músculo y una **fractura** es del hueso. ▲ Calentar antes reduce el riesgo, y aun así no lo elimina.

32

Un compañero dice que para estirar el brazo el bíceps empuja el antebrazo hacia abajo. Explica por qué eso es imposible y cuenta qué ocurre en realidad.

Solución

Es imposible porque un músculo solo puede **contraerse y tirar**. Nunca empuja.

Para doblar el codo se contrae el **bíceps**, que está delante del brazo y tira del antebrazo hacia arriba. Al contraerse se acorta y se abulta, y por eso se nota duro.

Para estirarlo no interviene el bíceps empujando: se contrae el **tríceps**, que está detrás y tira del antebrazo en el otro sentido. Mientras uno tira, el otro cede.

A esa pareja se la llama **antagonista**. Hace falta una en cada movimiento porque, con músculos que solo saben tirar, se necesita uno para cada sentido.

Comprobación: flexiona el codo despacio y palpa el brazo por delante y por detrás. Delante lo notarás tenso y por detrás flojo. Ahora extiéndelo **empujando contra la mesa** y comprueba que los papeles se intercambian. Tiene que ser empujando: si solo dejas caer el antebrazo, el tríceps casi no trabaja, porque de bajarlo ya se encarga el peso del brazo.

33

Di en cada caso qué estructura se ha dañado y qué nombre recibe la lesión: (a) al torcerse el tobillo, la articulación se hincha y duele, y una radiografía descarta que ningún hueso se haya roto ni movido de sitio · (b) tras una caída, el hombro queda deformado, el brazo no se puede mover y el hueso está entero · (c) durante un esprint, una punzada en la pantorrilla obliga a parar en seco, y el tobillo y la rodilla están bien · (d) tras una caída sobre la mano, el antebrazo queda torcido y con un dolor muy fuerte.

Solución

(a) Se ha dañado un **ligamento**, que es lo que une hueso con hueso. La lesión es un **esguince**.

(b) El hueso ha salido de la articulación: es una **luxación**. ▲ Que el hueso esté entero no quiere decir que no se haya roto nada más: una luxación suele dañar también ligamentos.

(c) Se ha dañado el **músculo**. Es una **rotura de fibras**.

(d) Se ha dañado el **hueso**. Es una **fractura**.

El nombre de cada lesión señala la estructura dañada. Conviene decidir primero qué se ha roto o desplazado, y ponerle el nombre después.

Comprueba este paso: en esta lista hay cuatro estructuras distintas y cuatro nombres distintos. A dos casos no les puede tocar el mismo nombre. Si a ti te ha tocado, alguno de los dos está mal. Eso no asegura que las parejas que has hecho sean las correctas.

34

El bíceps se engancha al antebrazo a unos 4 cm del codo. Una pesa que sostienes con la mano queda a unos 32 cm del codo. La pesa tira hacia abajo con 20 N. Calcula (a) cuántas veces más lejos del codo está la pesa que el músculo. Y (b) con qué fuerza tiene que tirar el bíceps. Después explica qué gana el cuerpo con una palanca así.

Solución

(a) $(32 \text{ cm}) \div (4 \text{ cm}) = 8$ veces más lejos. El resultado no lleva unidad, porque es una comparación entre dos longitudes.

(b) Como el músculo está ocho veces más cerca del punto de apoyo, tiene que hacer ocho veces más fuerza: $(20 \text{ N}) \times 8 = 160 \text{ N}$.

Con las distancias escritas del todo: $(20 \text{ N}) \times (32 \text{ cm}) \div (4 \text{ cm}) = 160 \text{ N}$. Los centímetros se cancelan y queda una fuerza, justo la magnitud que se buscaba.

Lo que el cuerpo gana a cambio es **recorrido y velocidad**. El bíceps se acorta unos pocos centímetros y la mano recorre ocho veces más. Esta palanca no ahorra fuerza: paga fuerza para ganar movimiento.

Comprobación: mira la unidad del resultado: newtons por centímetros divididos entre centímetros dejan **newtons**. Y mira el sentido: como el músculo está más cerca del apoyo, su fuerza tiene que salir **mayor** que los 20 N de la pesa. Si te sale menor, has puesto la división al revés.

Los aparatos reproductores por dentro

Lo que hay que saber

La **reproducción** humana es **sexual**: hace falta una célula especial de cada progenitor. Esas células son los **gametos**: el **óvulo** y el **espermatozoide**. Son las únicas del cuerpo que llevan la mitad de la información hereditaria.

El **aparato reproductor masculino** lo forman los **testículos**, que fabrican espermatozoides y la hormona sexual masculina; unos conductos que los transportan; la **próstata** y las **vesículas seminales**, que fabrican el líquido que los acompaña; y el **pene**.

El **aparato reproductor femenino** lo forman los **ovarios**, que maduran los óvulos y fabrican las hormonas sexuales femeninas; las **trompas uterinas**; el **útero**, con su pared interior que cambia en cada ciclo; y la **vagina**.

▲ Hay una diferencia que se confunde a menudo. Los testículos empiezan a fabricar espermatozoides en la **pubertad** y siguen fabricándolos después. Los ovarios no fabrican óvulos nuevos: de los que ya estaban desde antes de nacer madura habitualmente uno en cada ciclo, aunque no en todos.

La **pubertad** es el periodo en que esas glándulas se ponen en marcha y el cuerpo cambia. Lo dirigen las hormonas sexuales, y el calendario varía mucho de una persona a otra: no hay una edad correcta.

▪ Este tema se queda **solo con teoría**. Lo que se practica de los dos aparatos es localizar cada órgano y seguir el recorrido sobre el esquema dibujado. Lo que sí se puede practicar sin ningún dibujo está en el tema siguiente, que trae sus ejercicios y sus cuentas.

La reproducción: el ciclo, la fecundación y el embarazo

Lo que hay que saber

El **ciclo menstrual** dura de media unos **28 días**. En una persona adulta se considera normal entre 21 y 35, y en la misma persona cambia de un mes a otro. ▲ En los primeros años después de la primera regla son habituales ciclos bastante más largos, y eso no significa que algo vaya mal. El día 1 es el primer día de la regla.

En la mayoría de los ciclos madura un óvulo y se libera: es la **ovulación**. Hay ciclos en los que no llega a haberla, sobre todo en los primeros años. Al mismo tiempo, la pared interior del **útero** se engrosa por si llega un embrión. Si el óvulo no es fecundado, esa pared se desprende y empieza un ciclo nuevo: eso es la **menstruación**.

▲ La ovulación no cae en el día 14 por norma. Lo que se mantiene bastante constante es el tramo que va de la ovulación a la siguiente regla, de unos **14 días**. El tramo de antes es el que varía.

La **fecundación** —la unión del óvulo y el espermatozoide— ocurre en la **trompa uterina**, no en el útero. Lo que se forma es el **cigoto**.

El cigoto se va dividiendo mientras viaja por la trompa hacia el **útero**, al que llega en los primeros días. Unos **6 o 7 días** después de la fecundación empieza a anclarse en su pared: es la **implantación**. ▲ En estas páginas se habla de **embrión** a partir de ahí; hay libros que usan la palabra desde antes, así que conviene mirar qué convenio sigue el tuyo.

El **embarazo** dura unas **40 semanas** contadas desde el primer día de la última regla, que son unas 38 desde la fecundación. Se divide en tres trimestres y termina con el **parto**.

35

Una persona tiene ciclos regulares de 32 días. Calcula en qué día del ciclo es más probable que ovule. Y explica por qué contar 14 días desde el día 1 no funciona.

Solución

El día más probable es el **18**: $(32 \text{ días}) - (14 \text{ días}) = 18 \text{ días}$.

La cuenta se hace **hacia atrás** desde la regla siguiente. Lo que se mantiene bastante constante de un ciclo a otro es el tramo final. Es el que va de la ovulación a esa regla, de unos 14 días. Lo que varía es el tramo de antes.

Contar hacia delante falla precisamente por eso. En un ciclo de 32 días, contar 14 días desde el día 1 daría el día 14. Es un día cualquiera de ese ciclo y no llama la atención. El error no se sale del calendario, así que pasa inadvertido.

Con un ciclo de 28 días las dos cuentas coinciden en el día 14. De ahí viene la idea de que la ovulación cae siempre ese día. ▲ Ni siquiera con ciclos regulares da una fecha segura: esos 14 días son un valor de referencia y también varían, así que lo que sale es una estimación.

Comprueba este paso: repasa si del día que has obtenido al final del ciclo quedan unos 14 días: $32 - 18 = 14$. Ese resto es lo que tiene que salir constante, y no el número de días desde el día 1. Y ojo, que el día caiga dentro del ciclo no demuestra nada: el día 14 también cae dentro.

36

Un embarazo se cuenta en unas 40 semanas desde el primer día de la última regla. La fecundación ocurre unas 2 semanas después de ese día. Calcula (a) cuántos días son 40 semanas y (b) cuántos días y cuántas semanas dura contado desde la fecundación.

Solución

(a) $(40 \text{ semanas}) \times (7 \text{ días/semana}) = \mathbf{280 \text{ días}}$.

(b) Desde la fecundación hay que descontar esas 2 semanas: $(280 \text{ días}) - (14 \text{ días}) = \mathbf{266 \text{ días}}$.

En semanas: $(266 \text{ días}) \div (7 \text{ días/semana}) = \mathbf{38 \text{ semanas}}$. También sale directamente restando: $(40 \text{ semanas}) - (2 \text{ semanas}) = 38 \text{ semanas}$.

Por eso las dos cifras conviven sin contradecirse. Las 40 semanas se cuentan desde un día que suele conocerse mejor: el primero de la última regla. ▲ Tampoco se sabe siempre, y entonces hay que estimar la fecha por otro camino. Las 38 se cuentan desde un momento que casi nunca se sabe con exactitud.

Comprobación: haz el camino de vuelta. $(38 \text{ semanas}) \times (7 \text{ días/semana}) = 266 \text{ días}$, y $(266 \text{ días}) + (14 \text{ días}) = 280 \text{ días}$, que son las 40 semanas de partida. Si al volver no recuperas el dato inicial, has restado semanas donde tocaban días o al revés.

37

Estas cinco frases son verdaderas o falsas. Di cuál es cuál y corrige las que no se sostengan:

(a) el óvulo se fecunda dentro del útero · (b) el cigoto llega al útero siendo todavía una sola célula · (c) la implantación ocurre el mismo día que la fecundación · (d) la ovulación es anterior a la fecundación · (e) se habla de embrión desde que se forma el cigoto.

Solución

(a) **Falsa**. La **fecundación** ocurre en la **trompa uterina**: el óvulo sale del ovario y entra en la trompa, y es allí donde puede encontrarse con el espermatozoide.

(b) **Falsa**. Durante el viaje, el **cigoto** se va dividiendo, así que cuando llega al útero ya no es una sola célula.

(c) **Falsa**. Entre la fecundación y la **implantación** pasan unos 6 o 7 días. El viaje por la trompa es solo la primera parte: al útero se llega antes, y allí pasan todavía unos días hasta el anclaje.

(d) **Verdadera**. Primero se libera el óvulo en la **ovulación** y después puede ser fecundado: sin óvulo liberado no hay nada que fecundar.

(e) **Falsa** con el convenio de estas páginas. Lo que se forma al unirse los dos gametos es el cigoto, y aquí se habla de **embrión** a partir de la implantación. ▲ No es un convenio único, así que lo primero es decir dónde se pone la raya.

Comprueba este paso: pon las cinco frases en orden de tiempo y mira dónde ocurre cada cosa. El lugar tiene que cambiar una sola vez, de la trompa al útero, y ese cambio queda entre el viaje y la implantación. Si en tu respuesta se entra y se sale del útero, hay algo cambiado. Ese control del lugar no dice si has acertado los nombres.

La salud, la enfermedad y los agentes infecciosos

Lo que hay que saber

La **OMS** —Organización Mundial de la Salud— define la **salud** como un estado de bienestar físico, mental y social. No solo como la ausencia de enfermedad. Es una definición amplia a propósito.

Las enfermedades se agrupan en dos grandes bloques. Las **infecciosas** las causa un ser vivo, o algo parecido a un ser vivo, que entra en el cuerpo y se multiplica dentro. Las **no infecciosas** no las provoca ningún agente así: las hay hereditarias, carenciales, degenerativas, tumorales y ligadas a los hábitos.

Entre los **agentes infecciosos**, estos son los que más se nombran. Las **bacterias**, que son células y sobre las que actúan los **antibióticos**. Los **virus**, que no llegan a ser células, que solo se reproducen dentro de otra célula a la que invaden, y a los que los antibióticos no afectan. Algunos **hongos**. Y ciertos **parásitos**.

La **transmisión** puede ser por el aire, o por el agua y los alimentos. También por contacto directo, por objetos, o por la sangre y otros fluidos. Y a veces el agente viaja de uno a otro dentro de un animal. ▲ Infecciosa y contagiosa no significan lo mismo. Hay infecciones que no se pegan entre personas porque el agente viene del ambiente, como la bacteria que entra por una herida sucia de tierra.

▲ Que una enfermedad sea no infecciosa no quiere decir que no tenga una causa de fuera. Hay **tumores** cuya historia empieza años antes con una infección que sí se contagia.

La **prevención** funciona mejor cuanto antes actúa: higiene de manos, agua potable, alimentos bien tratados, vacunas del calendario y no compartir objetos que lleven sangre.

38

Clasifica cada enfermedad en infecciosa o no infecciosa y di por qué: (a) la gripe · (b) el escorbuto, que aparece por falta de vitamina C · (c) la tuberculosis · (d) el daltonismo · (e) el pie de atleta.

Solución

(a) La gripe es **infecciosa**: la causa un virus que pasa de una persona a otra por el aire.

(b) El escorbuto es **no infecciosa**. Es una enfermedad carencial: aparece porque falta un nutriente, y una carencia no se pega.

(c) La tuberculosis es **infecciosa**: la causa una bacteria y se transmite por el aire.

(d) El daltonismo es **no infecciosa**. Se hereda de los progenitores, y heredar algo no es contagiarse.

(e) El pie de atleta es **infecciosa**. Está en la lista para recordar que no todos los agentes son bacterias o virus: lo causa un hongo. Se transmite por contacto y por objetos húmedos compartidos.

Una pista que avisa: toda enfermedad infecciosa tiene un agente con nombre, y ese agente se multiplica dentro del cuerpo. Si no lo encuentras, revisa por qué la has llamado infecciosa. ▲ Al revés no vale: que algo pase de una persona a otra no la hace infecciosa, porque lo heredado también viene de otra persona.

39

Di qué tipo de agente causa cada caso, y explica en qué se le reconoce: (a) una enfermedad que no mejora con ningún antibiótico y cuyo causante solo se multiplica dentro de las células · (b) una infección de garganta que mejora con un antibiótico · (c) una infección de la piel entre los dedos de los pies, en una zona húmeda.

Solución

(a) Un **virus**. Se nota en los dos datos que da el enunciado: los antibióticos no le hacen nada, y no puede multiplicarse solo porque no es una célula.

Un virus necesita entrar en una célula y usar la maquinaria de esa célula. Fuera de una célula no hace nada por su cuenta.

(b) Una **bacteria**. Es lo que apunta el dato del enunciado: los antibióticos actúan sobre las bacterias, que sí son células y tienen partes propias sobre las que actuar. ▲ El dato apunta, pero no demuestra, y por eso conviene leer la pista del final.

(c) Un **hongo**. Los hongos que afectan a la piel crecen bien donde hay humedad y poco aire, como entre los dedos de los pies.

Una pista que avisa: que algo mejore mientras se toma un antibiótico apunta a una bacteria, pero no lo demuestra. Muchas infecciones causadas por un virus mejoran solas en unos días. Y si a la vez se tomaba un antibiótico, parece que haya sido él.

40

Explica por qué un resfriado se contagia y una diabetes no, si las dos son enfermedades.

Solución

Porque solo una de las dos está causada por un **agente que se transmite**.

El resfriado lo causa un virus. Ese virus sale de una persona y puede llegar a otra por el aire o por las manos. Y allí empieza otra vez. Lo que viaja es el agente, no la enfermedad.

En la diabetes no hay nada que viaje. Lo que falla es el propio cuerpo: el páncreas no fabrica bastante insulina, o el cuerpo no responde bien a ella. Eso no se puede pasar a nadie.

Por eso la diabetes se clasifica como no infecciosa. Que dos cosas se llamen enfermedades no significa que funcionen igual.

Una pista que avisa: busca un agente que entre en el cuerpo y se multiplique dentro. Si lo hay, la enfermedad es infecciosa; y será además contagiosa si ese agente puede pasar de una persona a otra. ▲ Heredar algo de los progenitores también es recibir algo de otra persona, y no es ni infección ni contagio.

41

Un titular dice que un tipo de cáncer se puede prevenir con una vacuna. Explica cómo puede ser eso, si los tumores no se contagian.

Solución

Puede ser porque lo que se contagia no es el tumor: es la infección que puede provocarlo años después.

Hay virus que se transmiten de una persona a otra. En algunas personas, y al cabo de mucho tiempo, hacen que unas células se descontrolen. El caso conocido es el virus del papiloma humano y el cáncer de cuello de útero.

La vacuna no actúa sobre el tumor. Actúa mucho antes, enseñando al cuerpo a reconocer ese virus, para que la infección no llegue a instalarse.

Así que las dos frases son ciertas a la vez: el tumor no se contagia, y aun así se puede prevenir evitando algo que sí se contagia. ▲ Prevenir no es lo mismo que garantizar: reduce el riesgo, no lo lleva a cero.

Comprueba este paso: separa en tu respuesta el agente de la enfermedad final. Si las mezclas, el

titular parece una contradicción; si las separas, se entiende. Esa separación no dice nada de con qué frecuencia una infección así acaba en un tumor.

Las defensas: sistema inmunitario, vacunas y antibióticos

Lo que hay que saber

El cuerpo se defiende en tres líneas. La primera son las **barreras**: la piel, las mucosas, las lágrimas y el jugo ácido del estómago. Si algo las atraviesa, entra la segunda: una respuesta rápida y general, con **inflamación** y con **glóbulos blancos** que engullen al invasor.

La tercera es la **respuesta específica**: unas células fabrican **anticuerpos** hechos a medida de ese invasor concreto. Tarda unos días la primera vez, y deja **memoria**: la segunda vez la respuesta es mucho más rápida y puede que ni se note.

Una **vacuna** aprovecha esa memoria. Contiene el agente muerto o debilitado, o solo una parte suya, para que el cuerpo fabrique la memoria sin pasar la enfermedad. ▲ Las del calendario son **preventivas**: se ponen antes y no curan una infección que ya está en marcha.

Un **suero** es otra cosa: lleva anticuerpos ya fabricados. Actúa enseguida, y no deja memoria porque esos anticuerpos vienen hechos de fuera y el cuerpo no ha aprendido nada. Cuando se gastan, la protección se acaba.

▲ Los **antibióticos** actúan contra las **bacterias** y no hacen nada contra los **virus**. Y su mal uso tiene una consecuencia seria que tiene nombre, la **resistencia**, y que mucha gente cuenta al revés.

▲ El **sistema inmunitario** tampoco ataca todo lo que entra: convive con la **microbiota** del intestino y con los alimentos. Cuando se equivoca aparecen la **alergia** y las enfermedades **autoinmunes**.

42

Alguien con gripe pide al médico un antibiótico y el médico no se lo receta. Explica por qué. Y explica también qué significa de verdad la frase «me he hecho resistente a los antibióticos».

Solución

No se lo receta porque la gripe la causa un **virus**, y los antibióticos actúan sobre las **bacterias**.

Un antibiótico ataca piezas que las bacterias tienen y nuestras células no, como su pared rígida o su manera propia de fabricar proteínas. Un virus no tiene nada de eso: usa la maquinaria de la célula que ha invadido.

Sobre la frase: está mal dicha. La persona no se hace resistente. Las que se hacen resistentes son las bacterias.

Siempre que se toma un antibiótico mueren las bacterias más sensibles y sobreviven las que aguantan; tomarlo sin necesidad, o dejarlo a medias, hace que eso ocurra sin ninguna ganancia a cambio. Esas son las que se multiplican, y la próxima vez ese antibiótico ya no funciona igual. Lo que ha cambiado son las bacterias, no el cuerpo de la persona.

Una pista que avisa: la frase «me he hecho resistente a un medicamento» obliga a preguntarse quién ha cambiado. Si lo que ha cambiado es el microorganismo, la frase está mal dicha. Esta pista no sirve con cualquier medicamento: hay casos en que sí cambia el cuerpo, como cuando se acostumbra a un calmante.

43

Una astilla entra en un dedo, la zona se pone roja, caliente e hinchada, y en unos días el cuerpo lo resuelve. Ordena las líneas de defensa que han intervenido y di cuál falló primero.

Solución

La que falló primero fue la **barrera**: la piel, que es lo que impide que nada entre. La astilla la atravesó. Entonces actuó la segunda línea, la respuesta rápida y general. La zona se pone roja, caliente e hinchada porque llega más sangre: eso es la **inflamación**, y con ella llegan los glóbulos blancos que

engullen lo que haya entrado.

Si eso no basta, entra la tercera línea, la **respuesta específica**: se fabrican **anticuerpos** hechos a medida de ese invasor concreto, y se guarda **memoria** de él.

El orden en el que entran es ese: barreras, respuesta general y respuesta específica. Y las dos primeras no se apagan cuando entra la tercera: siguen actuando a la vez. ▲ No siempre hacen falta las tres: con una astilla, muchas veces la segunda basta y la tercera ni llega a notarse.

Comprueba este paso: repasa si en tu respuesta las líneas van de menos específica a más específica, y que la más lenta queda la última. Si has puesto los anticuerpos antes que la inflamación, hay dos líneas cambiadas. Ese orden no dice cuál de ellas resolvió el problema en este caso.

44

Explica por qué la segunda vez que llega el mismo virus puede que ni te enteres. Y explica por qué, en cambio, contra la gripe hay que vacunarse todos los años.

Solución

Porque la primera vez el cuerpo guarda **memoria** de ese invasor.

La primera vez, fabricar anticuerpos a medida lleva días, y en esos días la persona se pone enferma. La segunda vez los preparativos ya están hechos, así que la respuesta puede ser tan rápida que el virus no llegue a multiplicarse lo suficiente. A veces se pasa igualmente, aunque más suave.

Con la gripe ocurre algo distinto: el virus cambia de un año a otro. La memoria guardada sirve para el virus de antes, y frente al nuevo no encaja igual de bien.

Por eso la vacuna de la gripe se rehace cada temporada con las variantes que se esperan. ▲ Y además la protección que deja va bajando con los meses, así que aunque el virus no cambiara, seguiría conviniendo repetirla.

Comprueba este paso: repasa si tu respuesta contesta a las dos preguntas con la misma idea. La memoria es específica: sirve contra lo que se guardó, y solo mientras lo que llega se le parezca. Si has contestado a la segunda diciendo únicamente que la memoria se olvida, te falta la parte de que el virus cambia.

45

Una persona dice que su alergia al polen demuestra que tiene las defensas bajas. Explica por qué esa conclusión no se sostiene.

Solución

Porque una **alergia** es una respuesta **exagerada**, y no una respuesta débil. ▲ Tampoco demuestra lo contrario: se puede tener alergia y a la vez un problema de defensas.

El polen es inofensivo: no es un agente infeccioso y no hace daño por sí mismo. En una alergia, el sistema inmunitario lo trata como si fuera un invasor y monta una reacción grande contra él.

Los síntomas, el picor, los estornudos y los ojos llorosos, no los causa el polen: los causa la propia reacción del cuerpo. Por eso muchos tratamientos actúan sobre la reacción y no sobre el polen.

Es la misma idea que explica las enfermedades **autoinmunes**, en las que la reacción va contra partes del propio cuerpo. En los dos casos el problema no es que falten defensas: es que actúan donde no tocaba.

Comprueba este paso: mira contra qué va la reacción. Si va contra algo inofensivo, lo que demuestra es que el sistema inmunitario **responde**, porque para montar esa reacción hace falta que funcione. Eso no prueba que responda bien a todo lo demás, así que no es una comprobación de que las defensas estén altas. Aplícalo al polen y a una enfermedad autoinmune y verás que los dos casos se explican igual.