

# Función de relación II: receptores y efectores

## 1. ÍNDICE DE CONTENIDOS DE LA UNIDAD

### 1. Receptores sensoriales

#### 1.1. La vista

- Anatomía del ojo
- Funcionamiento del ojo

#### 1.2. El oído

- Anatomía del oído
- El sentido del equilibrio
- El sentido de la audición

#### 1.3. El tacto

#### 1.4. El olfato

#### 1.5. El gusto

### 2. Enfermedades de los órganos de los sentidos

### 3. Hábitos saludables para los receptores

### 4. Efectores

#### 4.1. Sistema esquelético

- Componentes de los huesos
- Estructura ósea
- Las articulaciones
- El esqueleto

### 4.2. Sistema muscular

- Músculos: estructura y tipos
- Los músculos esqueléticos
- Palancas musculares

### 5. Enfermedades del aparato locomotor

### 6. Hábitos saludables para los efectores

#### ► Actividades de consolidación

#### ► Esquema de la unidad

#### ► Competencias clave

#### ► La unidad en 10 preguntas

## 2. CONCRECIÓN CURRICULAR

### Justificación de la unidad

La presente unidad didáctica forma, junto a la unidad 4, el grupo de unidades dedicadas a la función de relación en humanos. Aquí se abordan los contenidos relativos a la percepción y el movimiento. En la percepción se tienen en cuenta los órganos de los sentidos. En cuanto al movimiento, se estudian los contenidos relativos al aparato locomotor, es decir, los dos sistemas que lo forman: el sistema esquelético y el sistema muscular.

En todos los casos se estudian la estructura, anatomía, funcionamiento, hábitos saludables y enfermedades más destacadas.

Para la exposición de contenidos es muy importante situar al alumnado de nuevo en el esquema de estímulo-respuesta. Es necesario hacer especial hincapié en que el sistema nervioso y el sistema endocrino, que constituyen el sistema neuroendocrino, necesitan estar en contacto con los receptores (órganos de los sentidos) y los efectores (huesos, músculos y glándulas) para llevar a cabo su función de coordinación.

Dado el gran número de términos nuevos que aparecen en esta unidad, es necesario contar con recursos didácticos como diccionarios específicos, láminas anatómicas y sobre todo, el muñeco clásico.

| Objetivos  | Contenido curricular  |
|--|---|
| <p>1. Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de la Biología y Geología para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos científicos y sus aplicaciones.</p> <p>2. Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global.</p> <p>3. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar a otras personas argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.</p> <p>4. Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, incluidas las tecnologías de la información y la comunicación, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos.</p> <p>5. Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas.</p> <p>6. Desarrollar actitudes y hábitos favorables a la promoción de la salud personal y comunitaria, facilitando estrategias que permitan hacer frente a los riesgos de la sociedad actual en aspectos relacionados con la alimentación, el consumo, las drogodependencias y la sexualidad.</p> <p>9. Reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias de la naturaleza, así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.</p> | <p><b>Bloque 2. Las personas y la salud. Promoción de la salud</b></p> <p><b>2.22.</b> Órganos de los sentidos: estructura y función, cuidado e higiene.</p> <p><b>2.25.</b> El aparato locomotor.</p> <p><b>2.26.</b> Organización y relaciones funcionales entre huesos y músculos.</p> <p><b>2.27.</b> Prevención de lesiones.</p> |

| Obj.   | Cont. | Criterios de evaluación  | Estándares de aprendizaje  | Competencias clave | Evidencias: actividades y tareas  | Instrumentos de evaluación |
|--|-------|--|--|--------------------|---|----------------------------|
| <b>Bloque 2. Las personas y la salud. Promoción de la salud.</b> |       |  |  |                    |   |                            |
| 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 9   | 2.22. | 2.18. Reconocer y diferenciar los órganos de los sentidos y los cuidados del oído y la vista. CMCT, CSC. | 2.18.1. Especifica la función de cada uno de los aparatos y sistemas implicados en la función de relación.                               | CMCT               | Actividad interna 20. Actividad de consolidación 3.   | CUA, EOBS-RÚB, PRE         |
|  |       |  |  | CAA                | Actividad interna 9. Actividad de consolidación 3.  | CUA, EOBS-RÚB              |
|  |       |  | 2.18.2. Describe los procesos implicados en la función de relación, identificando el órgano o estructura responsable de cada proceso.    | CMCT               | Actividades internas 6, 7, 10 y 19. Actividades de consolidación 4 y 10.  | CUA, EOBS-RÚB, PRE         |
|  |       |  |  | CCL                | Actividades internas 1, 7 y 17.   | CUA, PRE                   |
|  |       |  |  | CAA                | Actividad de consolidación 2.   | EOBS-RÚB                   |
|  |       |  |  | SIEP               | Actividad interna 10.   | EOBS-RÚB                   |
|  |       |  | 2.18.3. Clasifica distintos tipos de receptores sensoriales y los relaciona con los órganos de los sentidos en los cuales se encuentran. | CMCT               | Actividades internas 2, 3, 4, 5, 8, 11, 12, 13, 14, 16 y 18. Actividades de consolidación 1, 5 y 6. Competencia clave "Sabores" (actividades 1, 2 y 5). | CUA, EOBS-RÚB, PRE         |
|  |       |  |  | CCL                | Actividades de consolidación 1 y 7.   | CUA, EOBS-RÚB              |
|  |       |  |  | CEC                | Competencia clave "Sabores" (actividades 1, 3, 4, 6 y 10).  | CUA, EOBS-RÚB              |
|  |       |  |  | CD                 | Competencia clave "Sabores" (actividades 6 y 7).  | EOBS-RÚB, PORT             |
|  |       |  |  | SIEP               | Competencia clave "Sabores" (actividades 4, 5, 8 y 9).  | EOBS-RÚB, TCOL             |
|  |       |  |  | CAA                | Actividad interna 11. Competencia clave "Sabores" (actividad 5).  | CUA, EOBS-RÚB              |
|  |       |  |  | CSC                | Competencia clave "Sabores" (actividades 3, 7, 8 y 9).  | CUA, EOBS-RÚB, TCOL        |

| Obj.   | Cont. | Criterios de evaluación  | Estándares de aprendizaje   | Competencias clave | Evidencias: actividades y tareas  | Instrumentos de evaluación |
|--|-------|--|---|--------------------|---|----------------------------|
| <b>Bloque 2. Las personas y la salud. Promoción de la salud.</b> |       |  |   |                    |   |                            |
| 2, 3 y 5   | 2.25. | 2.22. Identificar los principales huesos y músculos del aparato locomotor.<br>CMCT.                              | 2.22.1. Localiza los principales huesos y músculos del cuerpo humano en esquemas del aparato locomotor.   | CMCT               | Actividades internas 21, 22 y 23.<br>Actividad de consolidación 9.  | CUA, EOBS-RÚB, PORT        |
|  |       |  |   | CAA                | Actividad interna 22.   | CUA, EOBS-RÚB, PORT        |
| 1, 3 y 5   | 2.26. | 2.23. Analizar las relaciones funcionales entre huesos y músculos.<br>CMCT.                                      | 2.23.1. Diferencia los distintos tipos de músculos en función de su tipo de contracción y los relaciona con el sistema nervioso que los controla. | CMCT               | Actividades internas 25, 26 y 27.   | CUA, EOBS-RÚB, PORT        |
|  |       |  |   | CAA                | Actividad interna 27.   | CUA, EOBS-RÚB, PRE         |
| 1, 2, 3, 4, 6 y 9  |       | 2.24. Detallar cuáles son y cómo se previenen las lesiones más frecuentes en el aparato locomotor.<br>CMCT, CSC. | 2.24.1. Identifica los factores de riesgo más frecuentes que pueden afectar al aparato locomotor y los relaciona con las lesiones que producen.   | CSC                | Actividad interna 24.<br>Competencia clave "Huesos de cristal" (actividades 8, 9 y 10).   | CUA, EOBS-RÚB, PORT        |
|  |       |  |   | CAA                | Actividades internas 28, 29, 30 y 32.<br>Competencia clave "Huesos de cristal" (actividad 9).   | CUA, EOBS-RÚB, PORT        |
|  |       |  |   | CMCT               | Actividades internas 24, 28, 29, 31 y 34.<br>Actividades de consolidación 12 y 13.<br>Competencia clave "Huesos de cristal" (actividades 2, 3, 5, 6 y 7). | CUA, EOBS-RÚB, PRE         |
|  |       |  |   | CD                 | Actividad interna 33. Competencia clave "Huesos de cristal" (actividades 1 y 5).  | CUA, EOBS-RÚB, PORT        |
|  |       |  |   | CCL                | Actividad de consolidación 13.  | CUA                        |
|  |       |  |   | CEC                | Actividades internas 30 y 34.<br>Actividad de consolidación 13.   | CUA, EOBS-RÚB, PORT        |
|  |       |  |   | SIEP               | Actividades internas 24, 32 y 33.<br>Competencia clave "Huesos de cristal" (actividades 1, 4, 8, 9 y 10).   | CUA, EOBS-RÚB              |

### Transversalidad

Continuamos trabajando la igualdad efectiva entre hombres y mujeres, que sigue siendo un elemento fundamental en esta unidad, con oportunidades de trabajo relacionadas con la imagen de la mujer realizando todo tipo de actividades, como en la fotografía de presentación de la unidad, a la vez que se destaca el papel del hombre en actividades (en este caso, el patinaje artístico) que tradicionalmente no han sido fomentadas para personas de este sexo. De nuevo aparece en las actividades internas el personaje que enlaza el protagonismo de varias de ellas (la brillante científica Yolanda Jiménez).

También destacamos otro elemento transversal que tiene un especial protagonismo en esta unidad, como es el de la promoción y la prevención de la salud. Tanto en los contenidos propiamente dichos de la unidad como en múltiples recursos y actividades se facilitan opciones de trabajo sobre diferentes aspectos relacionados con la salud. Se analizan las causas de determinadas enfermedades, relacionadas con hábitos poco saludables y se ofrece información sobre técnicas o procedimientos que pueden resultar útiles en la vida cotidiana.

El estudio de los órganos de los sentidos y del aparato locomotor ofrece muchas alternativas de análisis de hábitos relacionados con la salud, con el consumo, con la práctica de actividades deportivas, etc., que permiten trabajar diferentes ejes transversales del currículum.

### Escenarios y contextos

Dado que la unidad versa sobre aspectos tan distintos como la percepción de estímulos a través de los receptores, la ejecución de movimientos o la producción de secreciones gracias a los efectores, es importante hacer constante referencia a que se trata de respuestas a determinados estímulos, y que dichas respuestas son elaboradas por los órganos de coordinación estudiados en la unidad anterior. El aula puede ser un lugar adecuado tanto para colocar los murales elaborados durante la presentación de contenidos como para la realización de exposiciones orales referidas a enfermedades de los receptores o efectores.

Otro espacio importante debe ser el laboratorio, ya que emplearemos el muñeco clástico, el esqueleto y los modelos de los órganos de los sentidos para el estudio anatómico de receptores y efectores.

### Materiales y recursos

| Materiales   | Espaciales  | Digitales y tecnológicos   |
|--|---|--|
| <p>Durante todo el año se pueden tener láminas anatómicas y el muñeco clástico en la clase y utilizarlos en momentos puntuales. En el laboratorio es fundamental disponer de lupas binoculares, microscopios y preparaciones microscópicas para la posible realización de actividades prácticas. Además, es recomendable el uso de pizarras digitales o en su defecto ordenador y proyector. Para esta unidad es recomendable contar con el esqueleto articulado, láminas anatómicas y modelos anatómicos de órganos de los sentidos de los que se disponga.</p> | <p>En esta unidad se recomienda el uso del laboratorio del centro, donde se pueden utilizar los materiales comentados de forma más cercana.</p> | <p>Para tratar los contenidos de la unidad se pueden usar materiales disponibles en la web, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Órganos de los sentidos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>► <a href="https://cienciasnaturales.didactalia.net/categoria/sentidos/03d-d4e81-4b1b-4fdf-b112-16e64e1489b6?dgo:level=secundaria-bachillerato@es">https://cienciasnaturales.didactalia.net/categoria/sentidos/03d-d4e81-4b1b-4fdf-b112-16e64e1489b6?dgo:level=secundaria-bachillerato@es</a></li> <li>► <a href="https://cienciasnaturales.didactalia.net/recurso/sentido-de-la-vista-el-ojo-corte-transversal/6c65cda5-3a5b-4c72-bb8c-36bc7d0e8c7d">https://cienciasnaturales.didactalia.net/recurso/sentido-de-la-vista-el-ojo-corte-transversal/6c65cda5-3a5b-4c72-bb8c-36bc7d0e8c7d</a></li> <li>► <a href="https://verne.elpais.com/verne/2016/01/27/articulo/1453897011_477533.html">https://verne.elpais.com/verne/2016/01/27/articulo/1453897011_477533.html</a></li> <li>► <a href="http://www.educacionplastica.net/ilusiones.htm">http://www.educacionplastica.net/ilusiones.htm</a></li> </ul> </li> <li>• <b>Esqueleto humano:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>► <a href="https://cienciasnaturales.didactalia.net/recurso/esqueleto-humano-de-frente-secundaria-bachillerato/77e59072-fac2-4d66-97e5-73159502a83c">https://cienciasnaturales.didactalia.net/recurso/esqueleto-humano-de-frente-secundaria-bachillerato/77e59072-fac2-4d66-97e5-73159502a83c</a></li> <li>► <a href="https://es.educaplay.com/recursos-educativos/14552-esqueleto.html">https://es.educaplay.com/recursos-educativos/14552-esqueleto.html</a></li> <li>► <a href="https://www.cerebriti.com/juegos-de-ciencias/esqueleto-humano---huesos-">https://www.cerebriti.com/juegos-de-ciencias/esqueleto-humano---huesos-</a></li> </ul> </li> <li>• <b>Músculos y anatomía:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>► <a href="https://cienciasnaturales.didactalia.net/recurso/musculos-del-cuerpo-vista-de-frente/b275978d-f235-4f84-80e4-c0670e6b8117">https://cienciasnaturales.didactalia.net/recurso/musculos-del-cuerpo-vista-de-frente/b275978d-f235-4f84-80e4-c0670e6b8117</a></li> <li>► <a href="https://www.cerebriti.com/juegos-de-ciencias/musculos-del-cuerpo-3-eso">https://www.cerebriti.com/juegos-de-ciencias/musculos-del-cuerpo-3-eso</a></li> <li>► <a href="https://es.educaplay.com/recursos-educativos/12089-musculos_del_cuerpo_humano.html">https://es.educaplay.com/recursos-educativos/12089-musculos_del_cuerpo_humano.html</a></li> </ul> </li> </ul> |



| Temporalización |  |
|-----------------|--|
| Sesiones        | Contenidos trabajados  |
| 1.ª sesión      | <p>Análisis de la imagen de presentación de la unidad, lectura y comentarios razonados de la cita del personaje propuesto (Javier Fernández).</p> <p>Actividades de iniciación. Corrección oral.</p> <p>Presentación de contenidos.</p> <p>Análisis del mapa conceptual.</p> <p>Exposición de contenidos: epígrafe 1 (Receptores sensoriales).</p> <p>Tareas próxima sesión: actividades 1 a 4.</p>  |
| 2.ª sesión      | <p>Actividades 1 a 4. Corrección oral.</p> <p>Exposición de contenidos: epígrafes 1.1. (La vista) y 1.2. (El oído).</p> <p>Realización de dibujos anatómicos de la estructura del ojo y del oído.</p> <p>Demostración práctica en grupo del reflejo pupilar.</p> <p>Tareas próxima sesión: actividades 5 a 12 y elaboración de ilusiones ópticas.</p>  |
| 3.ª sesión      | <p>Actividades 5 a 12. Corrección oral.</p> <p>Presentación de ilusiones ópticas y exposición.</p> <p>Exposición de contenidos: epígrafes 1.3. (El tacto), 1.4. (El olfato) y 1.5. (El gusto).</p> <p>Actividades 13 a 19. Corrección oral.</p> <p>Tareas próxima sesión: competencia clave final “Sabores”.</p>   |
| 4.ª sesión      | <p>Resolución de actividades de competencia clave final “Sabores”.</p> <p>Exposición de contenidos: epígrafes 2 (Enfermedades de los órganos de los sentidos) y 3 (Hábitos saludables para los receptores).</p> <p>Realización de dibujos anatómicos de la estructura de la piel y el olfato.</p> <p>Tareas próxima sesión: investigación en pequeños grupos de una enfermedad de los órganos de los sentidos y elaboración de una presentación.</p>   |
| 5.ª sesión      | <p>Exposición de presentaciones sobre enfermedades de los órganos de los sentidos.</p> <p>Exposición de contenidos: epígrafes 4 (Efectores) y 4.1. (Sistema esquelético).</p> <p>Análisis de modelos de anatomía del sistema esquelético.</p> <p>Tareas próxima sesión: actividades 20 a 24, preparación de actividad de gamificación sobre la anatomía del sistema esquelético y competencia clave “Huesos de cristal”. Corrección oral.</p>  |
| 6.ª sesión      | <p>Actividad de gamificación sobre la anatomía del sistema esquelético en pequeños grupos (<a href="https://www.cerebriti.com/juegos-de-ciencias/esqueleto-humano---huesos-">https://www.cerebriti.com/juegos-de-ciencias/esqueleto-humano---huesos-</a>).</p> <p>Actividades 20 a 24. Corrección oral.</p> <p>Competencia clave “Huesos de cristal”. Corrección oral.</p> <p>Exposición de contenidos: epígrafe 4.2. (Sistema muscular).</p> <p>Análisis de modelos de anatomía del sistema muscular.</p> <p>Tareas próxima sesión: actividades 25 a 27, actividades de consolidación 1 a 11 y preparación de actividad de gamificación sobre la anatomía del sistema muscular.</p>                                     |
| 7.ª sesión      | <p>Actividad de gamificación sobre la anatomía del sistema muscular en pequeños grupos (<a href="https://es.educaplay.com/recursos-educativos/12089-musculos_del_cuerpo_humano.html">https://es.educaplay.com/recursos-educativos/12089-musculos_del_cuerpo_humano.html</a>).</p> <p>Actividades 25 a 27. Corrección oral.</p> <p>Actividades de consolidación 1 a 11. Corrección oral.</p> <p>Exposición de contenidos: epígrafes 5 (Enfermedades del aparato locomotor) y 6 (Hábitos saludables para los efectores).</p> <p>Actividades 30 a 34. Corrección oral.</p> <p>La unidad en 10 preguntas.</p> <p>Tareas próxima sesión: evaluación.</p> <p>Actividades de consolidación 12 y 13.</p> <p>Corrección oral.</p> |
| 8.ª sesión      | <p>Evaluación: de contenidos y de competencias.</p>  |

## 3. METODOLOGÍA: ORIENTACIONES, ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS Y CLAVES DIDÁCTICAS

### Presentación

La fotografía izquierda corresponde a una joven que está practicando equitación, con la que se pretende dar **visibilidad** al papel de la **mujer** en el **deporte**, a la vez que, en continuidad con la unidad anterior, se destaca la importancia de los **sistemas de coordinación** en el control de las actividades diarias que realizan los organismos complejos, concretadas en respuestas llevadas a cabo por los **efectores**, ante **estímulos** que son captados por los **órganos de los sentidos**. La ilustración y el texto de Javier Fernández nos sitúan ante la **coeducación** como elemento fundamental a trabajar a lo largo de esta y del resto de las unidades del libro. La unidad puede



Hay determinadas tareas que no podemos realizar sin una preparación previa. Tocar un instrumento, participar en un grupo de música o practicar en deporte requiere de un entrenamiento de nuestros sentidos y efectores para realizar estas actividades adecuadamente.

### Unidad 5 Función de relación II: receptores y efectores

- 1 Receptores sensoriales
- 2 Enfermedades de los órganos de los sentidos
- 3 Hábitos saludables para los receptores
- 4 Efectores
- 5 Enfermedades del aparato locomotor
- 6 Hábitos saludables para los efectores



«Hay una educación que te enseña que hay deportes para chicos o chicas, cuando nunca debería ser así. Todo es para todos».

Javier Fernández (1991), patinador español sobre hielo.



#### ¿Qué sabes hasta ahora?

- ¿Qué son los receptores sensoriales?
- ¿Cómo se producen realmente las imágenes en nuestro cerebro?
- ¿Dónde reside el sentido del equilibrio?
- ¿Por qué notamos distintas sensaciones en la piel?
- ¿Cómo se perciben los olores y sabores? ¿Qué son los efectores glandulares?
- ¿Qué funciones tiene nuestro esqueleto?
- ¿Cuántos tipos de músculos tenemos?
- ¿Cuáles son las lesiones más comunes del aparato locomotor?
- ¿Qué ventajas tiene el ejercicio físico habitual?



#### Al finalizar la unidad habrás aprendido

- La localización y función de los receptores sensoriales.
- Qué son los órganos de los sentidos y cómo funcionan.
- Qué son los órganos efectores y qué funciones realizan.
- Cuántos tipos de huesos tenemos y cuál es su estructura.
- Cuáles son las funciones de nuestros músculos y cómo se mueven.
- Cómo podemos proteger nuestras estructuras receptoras y efectoras de las lesiones más frecuentes.

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores 127

comenzarse mediante el análisis de las imágenes, la lectura y el comentario de la cita inicial y la puesta en común del cuestionario de ideas previas “¿Qué sabes hasta ahora?”, para luego presentar los contenidos a trabajar.

### Epígrafe 1. Receptores sensoriales

**Recuerda**

Los **receptores sensoriales** conectan con el sistema nervioso, el que transmite la información. Esta información es enviada gracias a las conexiones sinápticas entre los nervios y a la capacidad de las membranas para transmitir una onda eléctrica que conocemos como **impulso nervioso**.

**1. RECEPTORES SENSORIALES**

Los **receptores sensoriales** son las estructuras formadas por células especializadas en captar estímulos internos o externos, que conectan con células nerviosas (neuronas), y transforman en impulsos nerviosos, que son transmitidos hacia los centros nerviosos, donde la información es procesada.

Concretamente, los impulsos se propagan a través de los nervios sensoriales hasta el sistema nervioso central (SNC), donde son interpretados como **sensaciones** y transformados en **percepciones**.

Existen diferentes métodos de clasificación de los receptores:

a) Según su localización podemos hablar de:

- **Receptores internos (proprioceptores):** se localizan en el interior del cuerpo e informan de los cambios que se producen en las condiciones del medio interno.
- **Receptores externos (órganos de los sentidos):** se encuentran en la superficie del cuerpo y captan estímulos como la luz, el sonido, la temperatura, etc.

b) Según los estímulos captados se clasifican en:

- **Fotorreceptores:** detectan estímulos luminosos. Se localizan en los ojos y captan tanto el color como la intensidad luminosa.
- **Mecanorreceptores:** detectan estímulos mecánicos tales como ondas sonoras, presiones, contactos o la gravedad. Se encuentran en el oído, en la piel a través del tacto y en receptores de los músculos y articulaciones.
- **Termorreceptores:** se estimulan por cambios en la temperatura. Se encuentran en la piel.
- **Nociceptores:** son sensibles a las presiones intensas que se interpretan como dolor. Se encuentran en la piel de forma mayoritaria, pero también hay nociceptores en las vísceras.
- **Quimiorreceptores:** captan información relativa a cambios químicos. Incluyen los receptores del olfato y el gusto.

**Clasificación de los receptores**

Según localización: Receptores internos (proprioceptores), Receptores externos (órganos de los sentidos).

Según los estímulos: Fotorreceptores, Mecanorreceptores, Termorreceptores, Nociceptores, Quimiorreceptores.

**Áreas sensoriales del cerebro**

Centro motor, Área sensorial, Oído, Vista, Gusto y olfato, Hábita.

**Percepción sensorial**

**Actividades**

1. ¿Cómo son captados los estímulos?

2. ¿Qué tipos de receptores tenemos los seres humanos?

3. ¿Por qué los golpes en el cerebro pueden afectar a una determinada percepción y no a otra?

4. ¿Es cierto que si nos dan un golpe en la nuca podemos perder el equilibrio?

**Recuerda**

Los **órganos de los sentidos** son los receptores sensoriales que captan los estímulos del medio y envían información a los centros nerviosos. Son realmente estos centros nerviosos, fundamentalmente el cerebro, los que crean las sensaciones que tenemos. Podemos perder la capacidad de sentir si se dañan los centros nerviosos del cerebro donde se interpretan los sentidos, aunque nuestro oído no presente ninguna anomalía.

**Músculos del ojo humano**

**1.1. La vista**

El sentido de la vista reside en los ojos, órganos muy complejos y especializados en recibir estímulos luminosos gracias a los fotorreceptores.

**Anatomía del ojo**

El ojo está formado por dos tipos de estructuras, agrupadas en:

- **Órganos anejos:** conjunto de órganos que protegen el ojo y permiten su movimiento.
  - **Cilios:** son pelos cortos situados sobre los arcos cilíares, cuya función es desviar el sudor de la frente para resguardar el ojo.
  - **Párpados:** son repliegues de la piel que protegen el globo ocular.
  - **Pestañas:** son pelos situados en el borde de los párpados que atrapan las partículas de polvo.
- **Aparato lacrimal:** segrega lágrimas que humedecen la parte delantera del globo ocular para evitar su desecación y eliminar microorganismos.
- **Músculos del ojo:** son tres pares de músculos que mueven el ojo tanto vertical como horizontalmente.

• **Globo ocular:** es una estructura esférica hueca, alojada en la órbita. En él se distinguen:
 

- **Esférica:** capa más externa del globo ocular. Es fibrosa, blanca y opaca. En su parte delantera se hace transparente y forma la córnea, la cual permite el paso de la luz.
- **Cásculo:** es la segunda capa del globo ocular. Es muy fina, con abundantes vasos sanguíneos. Es de color oscuro, salvo en la parte delantera donde se vuelve transparente para formar el iris. En el centro del iris se abre la pupila. Según la forma en la que refleja la luz, el iris toma diferentes coloraciones, que definimos como el color de los ojos.
- **Cristalino:** es un órgano transparente y elástico que actúa a modo de lente. El cristalino separa una cámara anterior ocupada por el humor acuoso, y una cámara posterior rellena de humor vítreo.
- **Retina:** es la capa más interna del globo ocular. En ella se encuentran las células fotorreceptoras: conos (visión del color) y bastones (visión nocturna). Existen tres tipos de conos, que captan cada uno de ellos los tres colores primarios, y la combinación de las señales que mandan al cerebro permiten construir todos los colores.

**Estructura de la retina**

La captación definitiva del iris se produce entre los veint y diez meses de edad.

En este apartado se define el concepto de **receptor sensorial** y su importancia en la obtención de **información**. Además se describen cómo se producen las **sensaciones** y en qué parte del **cerebro** se producen las **percepciones**.

Es importante hacer constar que es el **cerebro** quien interpreta los **impulsos nerviosos** en distintas regiones de su **corteza sensorial**, y que estas regiones, como se aprecia en las **ilustraciones** de las áreas sensoriales del cerebro y en la de la percepción sensorial, están localizadas en distintas zonas.



## 5 Unidad

o **Nervio óptico:** conjunto de prolongaciones nerviosas que se comunican con los conos y bastones. La zona por la que el nervio óptico se inserta a la retina se conoce como **punto ciego** (súctica zona donde no hay fotoreceptores).

**¿Sabías que...?**

Las **cataratas** es una enfermedad producida por la alteración del cristalino, que es su parte opaca, impidiendo el paso de la luz a través de él y por lo tanto, la visión.

Convierta con la operación de **lente intraocular**, que no desaparece con el uso de lentes, y que no involucran el uso de cirugía. Los resultados son más probables conforme aumenta nuestra edad.

Es una enfermedad frecuente, pero con el inicio en el tratamiento quirúrgico muy avanzado. Para ello se utilizan diferentes técnicas de cirugía con láser y reemplazo del cristalino diluido por una lente intracelular.

### Funcionamiento del ojo

La función de la **pupila** es controlar la cantidad de luz que entra en el ojo. De forma automática, el reflejo pupilar hace que esta aumente de tamaño si hay poca luz, y se contrae si la intensidad de luz es grande. En la oscuridad la pupila estará dilatada para captar toda la luz posible y permitir la visión.

Los **rayos luminosos** reflejados por los objetos atraviesan la córnea y por el humor acuoso llegan al cristalino. El cristalino, que actúa como una lente, tiene la capacidad de adaptarse en curvatura para enfocar las imágenes. A esta capacidad se la llama poder de **acomodación del ojo**, y gracias a ella podemos enfocar los objetos que vemos a distintas distancias.

El cristalino se ablanda para enfocar objetos cercanos y se aplana para los lejanos.

Pupila dilatada ante la falta de luz.

Pupila contraída ante una luz intensa.

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores 111

## Sabías que...?

En ocasiones, las imágenes que percibimos no son interpretadas correctamente por nuestro cerebro, dando lugar a las denominadas **ilusiones ópticas**.

En la siguiente imagen, conforme pasas la mirada de unas círculos a otros o mueves la cabeza lateralmente, puedes percibir movimiento. No distorsión realmente, los círculos no se mueven, sino que es nuestro cerebro el que crea ese movimiento como consecuencia del diseño de la imagen.

En esta otra se puede percibir una falsa sensación de tres dimensiones.

## Actividades

- ¿Qué células sensibles se localizan en la retina? ¿Qué diferencias presentan?
- ¿Cuáles son las funciones de las glándulas lacrimales? ¿por qué sirven para expresar sentimientos?
- Cita dos propiedades de nuestra visión e indica en qué se basan dichas propiedades.

## Acomodación visual

Contracción del cristalino a través del músculo ciliar.

A continuación, los rayos atraviesan el **humor vítreo**, que rellena la **cavidad retiniana**, y se forma en la retina una **imagen invertida** (de arriba abajo y de derecha a izquierda) y más pequeña que el objeto real.

La imagen formada en la retina es captada por los **fotorreceptores**, que convierten la imagen en impulsos nerviosos. Estos impulsos son conducidos por el nervio óptico hasta la **corteza cerebral**. Allí es donde realmente se perciben e interpretan las imágenes.

## Visión estereoscópica

Nuestra visión se denomina **bicocular** o **estereoscópica**, ya que permite reconocer distancias, longitudes, profundidad de campo, anchura y posición de los objetos en su espacio tridimensional.

150

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

## 1.2 El oído

**El oído es el órgano encargado de recibir los estímulos relacionados con la audición y el equilibrio.**

### Anatomía del oído

Situado en la cavidad del hueso temporal del cráneo, el oído se divide en tres regiones:

- Oído externo:** compuesto por la oreja (pabellón auricular) y el conducto auditivo externo, que se extiende hacia dentro y cuyo extremo se encuentra una membrana elástica denominada **tímpano**, que vibra al recibir sonidos, ondas acústicas transmitidas por el aire.
- Oído medio:** consiste en una pequeña cavidad que empieza en el tímpano y termina en una pequeña membrana llamada: ventana oval y ventana redonda. En dicha cavidad se encuentra la **cadena de huesecillos**: martillo, yunque y estribo. El oído medio se comunica con la cavidad nasofaringea mediante un conducto denominado trompa de Eustaquio.
- Oído interno o laberinto:** consta de dos partes, una dentro de otra:
  - Laberinto externo:** formado por los conductos excavados en el hueso dentro de los que hay un líquido, la perilinfa, que separa los dos laberintos.
  - Laberinto membranoso:** sigue la forma del laberinto externo y está lleno de otro líquido, la endolinfa. Este laberinto se divide a su vez en dos partes:
    - El **aparato vestibular**: está formado por dos ensanchamientos (utrículo y sáculo) donde residen las **maculas** (otolitios), vinculadas con la detección de la posición del cuerpo, y por los **canales semicirculares**, que están orientados en las tres direcciones del espacio y detectan el movimiento del cuerpo.
    - El **canal de oído**: es un tubo enrollado en espiral, cuyo interior está dividido longitudinalmente en tres conductos mediante dos membranas. El conducto superior está conectado a la ventana oval, que está unida al arbol. El conducto inferior se comunica con la ventana redonda tapada por una membrana. Entre ambos conductos se sitúa el **órgano de Corti**, fundamental en la audición, como ahora veremos.

El oído interno consta de los envíos receptorizantes y codificadores, que tienen la información del equilibrio y la audición al relé.

**Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores**

## Anatomía del oído

### Sabías que...

Las sonoras de una intensidad muy alta pueden provocar una vibración tan fuerte en el **timpano** que promueve una rotura de este. Si esto ocurre no podemos percibir sonidos. Por otro lado, la exposición a ruidos sonoros elevados durante un periodo prolongado de tiempo promueve también lesiones en los receptores auditivos, disminuyendo nuestra capacidad auditiva y necesitando de mayor o de los receptores que nos ayudan a percibir las sonoras de nuestra vida cotidiana (audiofónos).

Esto puede provocar un daño para muchos al tenerse del oído al corregir la pérdida de audición.

## El sentido del equilibrio

El sentido del **equilibrio** permite tanto el conocimiento de la posición del cuerpo (**equilibrio estático**) como la detección de los movimientos (**equilibrio dinámico**).

En ambos casos de órgano que recibe los impulsos nerviosos es el **cerebro**.

Cuando ya hemos mencionado, el equilibrio estático no permite conocer la posición del cuerpo. En el **otolítico** y el **sáculo** se encuentran los **otolitos**, estructuras sólidas formadas por carbonato cálcico y proteínas. Cuando movemos la cabeza, los otolitos cambian de posición y generan un impulso nervioso en las células sensibles sobre las que se disponen, enviando así información sobre nuestros cambios de posición. Esto nos permite conocer nuestra musculatura para mantener el equilibrio a la vez que nos estamos moviendo.

## El sentido de la audición

Las ondas sonoras transmitidas por las vibraciones del aire son recogidas por la **oreja**, que las conduce por el conducto auditivo hasta el **timpano**. Cuando el timpano comienza a vibrar, transmite esta vibración a la **cadena de huesecillos**, desde el **martillo** hasta el **carrito**; cuanto mayor es la intensidad del sonido, mayor es la vibración. El **estribo** transmite la vibración a la **ventana oval**, y esta provoca la vibración de la **endolinfa**, lo que excita las células sensoriales del interior del **caracol** agrupadas en el **órgano de Corti**. Se genera así un impulso nervioso que viaja a través del **nervio auditivo** (**nervio coclear**) hasta el **cerebro**, donde la sensación es interpretada como sonido.

150

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

### 3.2. Estructura interna del corneol

### Actividades

- Indica las funciones de los siguientes órganos: mículos, canales semicirculares, utrículo y sáculo.
- Realiza un esquema que represente el proceso de audición desde que se recibe el estímulo hasta que el oído lo interpreta como sonido.
- Describe brevemente cómo podemos distinguir a qué distancia se encuentran la fuente de un determinado sonido.
- ¿Qué diferencias existen entre el equilibrio estático y el equilibrio dinámico?
- Indica dónde podemos encontrar la periferia y la endolinfia.

### 3.3. El tacto

El **tacto** abarca el conjunto de sensaciones captadas por los diversos receptores sensoriales ubicados en la piel. Entre ellos receptores reciben estímulos relacionados con la forma y textura de los objetos, cambios de presión y temperatura o del dolor.

La **piel** está formada fundamentalmente por **tres capas** que albergan los distintos tipos de receptores:

- Epidermis:** parte superficial de la piel formada por muchas capas de células de tipo epitelial de revestimiento. Entre ellas células que queratinizan y estrechamente unidas haciendo a la piel impermeable. Entre ellas encontramos melanocitos, células que producen melanina y se encuentran con la acción de la luz solar, para proteger a las células de la piel de los rayos solares.
- Dermis:** es la capa inferior, formada por tejido conjuntivo rico en proteínas como el colágeno o la elastina, que proporcionan elasticidad y resistencia a la piel. Al avanzar la edad, la proporción de estas proteínas disminuye, por lo que la piel pierde estas propiedades y se arruga y arrugase. La dermis es 20-30 veces más gruesa que la epidermis, y en ella se encuentran:
  - **Anexos cutáneos:** pelo o uña, glándulas sebáceas y sudoríparas, pániculo adiposo y vasos sanguíneos y linfáticos.
  - **Terminaciones nerviosas:** pueden ser los receptores del dolor, tacto (Meissner), presión (Pacinif), frío (Krause) o calor (Bulfin).
- Hipodermis:** o tejido subcutáneo: contiene tejido conectivo, grasa, ligamentos cutáneos, nervios cutáneos y vasos sanguíneos y linfáticos.

[illegible]

Por último, se deben estudiar los dos grandes métodos de **clasificación de los receptores**, en función de su localización o el tipo de estímulo que captan, para lo que será de utilidad utilizar el **esquema** que se proporciona a pie de página.

A continuación se describen los diferentes subepígrafes para los **cinco sentidos**, que deben ser presentados de forma integrada y relacionando unas con otras las **sensaciones** que tenemos gracias a los distintos **órganos de los sentidos**.

Así, en el caso de la **vista**, se describen la anatomía y funcionamiento de los **ojos**, como principales órganos de la visión. Para la exposición de contenidos se presentan diversas **ilustraciones e imágenes** que explican tanto la **anatomía** como las **características** de diferentes unidades anatómicas de los ojos, aunque también es muy útil contar con **láminas anatómicas** o con un **modelo tridimensional** del mismo. Es de especial importancia nombrar y localizar las distintas partes del **globo ocular** y los **órganos anejos** del ojo, haciendo referencia a su función. Para explicar el funcionamiento del **crystalino** es necesario realizar un dibujo donde se representen los rayos de luz y cómo se cruzan dentro del humor vítreo dando lugar a las imágenes invertidas. El otro punto de este epígrafe es el **funcionamiento** del ojo y las **características** de nuestra visión: tridimensional, estereoscópica, binocular y en color. Como recurso estimulador se ofrecen al alumnado diferentes **ilusiones ópticas**, lo que le permitirá además experimentar en primera persona el hecho de que nuestros órganos de los sentidos nos pueden engañar. Llevar a cabo una investigación sobre las ilusiones ópticas puede aumentar el interés del alumnado por profundizar en el conocimiento de las características de nuestra visión. Es también de gran utilidad hacer una **experiencia** en grupo en el que el alumnado pueda observar el funcionamiento de la **pupila** mediante la exposición o no a la luz, observando así el reflejo pupilar.

### 1.4. El olfato

El sentido del olfato se encarga de detectar los olores para transmitir y procesar en parte esta información, para enviarla a los centros nerviosos del cerebro. Los olores se producen por sustancias químicas volátiles que hay en el aire, por lo que las células olfatorias son quimiorreceptores.

Las partículas aromáticas volátiles disueltas en el aire entran por la nariz al respirar, durante el proceso de inhalación. En la cavidad nasal, se encuentran las distintas partes del sistema olfativo:

- **Fosas nasales:** orificios de entrada del aire que se comunican con la cavidad bucal.
- **Corneos nasales:** repliegues de las paredes de las fosas nasales.
- **Mucosa olfatoria o pituitaria:** mucosa que recubre las paredes de los cornos nasales. Hay dos tipos:
  - **Pituitaria roja:** cuenta con abundantes vasos sanguíneos. Su función es limpiar, humedecer y calentar el aire inspirado.
  - **Pituitaria amarilla:** carece de vasos sanguíneos y contiene numerosas terminaciones nerviosas (receptores olfativos) que se agrupan en el bulbo olfatorio, el cual está conectado al nervio olfativo. Se trata de la estructura verdaderamente responsable de la percepción de los olores.

Para la percepción de los olores es necesario que las sustancias, además de volátiles, sean solubles en agua para que lleguen a los cilios de las células olfatorias. Estas células transmiten un impulso nervioso al bulbo olfatorio y de ahí a los centros olfatorios de la corteza cerebral, que es donde se procesa e interpreta la sensación de olor.

El olfato es un sentido con un umbral muy bajo, es decir, hacen falta pocas moléculas en el aire para que los olores se perciban. Tenemos cientos de receptores olfatorios diferentes, cada uno especializado en la captación de determinados olores. Estos receptores parecen estar agrupados en pequeños grupos para facilitar al cerebro la tarea de diferenciar los olores agradables de los desagradables. Antiguamente se creía que había 7 tipos de células olfatorias, cada una de las cuales únicamente detectaba un tipo de moléculas: alcanforado, almizclado, floral, mentolado, etéreo (alcohol), pungente (picante) y grasoso. Hoy en día los datos apuntan a que puede haber más de 100 sensaciones primarias del olor.

Por otro lado, la sensación olorosa provoca principalmente una respuesta fisiológica, por lo que las sensaciones son agradables o desagradables desde un punto de vista subjetivo. Sin embargo, factores psicológicos o culturales pueden afectar a esas percepciones y provoca que determinados olores puedan ser desagradables para algunas personas y no para otras.

Es un sistema muy relacionado también con el sistema límbico, con gran capacidad de despertar emociones, recuerdos, o incluso alterar el estado de ánimo, al igual que otros sentidos como el gusto o el oído.

### 1.5. El gusto

El sentido del gusto permite captar los sabores de las sustancias ingeridas gracias a los quimiorreceptores situados en la lengua.

Hay una relación muy estrecha entre los sentidos del gusto y el olfato, ambos quimiorreceptores como hemos visto. La percepción de diferentes olores en el ambiente puede modificar sustancialmente la sensación que percibimos del gusto de los alimentos que ingerimos, es decir, los olores pueden modificar la percepción que tenemos del sabor de los alimentos.

En la superficie de la lengua encontramos una variedad de estructuras llamadas **papilas gustativas**, de las que encontramos cuatro tipos: **papilas filiformes, fungiformes, circunvaladas y foliadas**, cada una de ellas relacionada preferentemente con la detección de un sabor. Aunque la idea generalizada era que cada tipo de papila se localizaba fundamentalmente en un área de la lengua, por lo que en esa zona era la que percibía un tipo de sabor concreto, hoy en día se reconoce que esto no es cierto. Las papilas de distinto tipo se distribuyen a lo largo de toda la lengua, por lo que podemos captar todo tipo de sabor en cualquier área de la misma, aunque haya algunas zonas de detección preferente de alguno de los sabores básicos.

En estas papilas se sitúan los **botones gustativos**, formados por agrupaciones de **células gustativas**. Las células gustativas están colocadas a modo de guiso de tarraja alrededor de un **poro gustativo** que se abre a la lengua. Por los poros gustativos sobresalen unas **microvellosidades** que captan las distintas sustancias químicas de los alimentos, ya disueltas en el agua de la saliva. Estas vellosidades químicas estimulan las **líneas nerviosas** y son transmitidas por el **nervio gustativo** al área cerebral correspondiente. Las sensaciones producidas corresponden a la combinación de **sabores básicos**: dulce, salado, ácido (o agrio), amargo y umami (o sabroso), no reconocido como uno de los sabores básicos hasta principios del siglo XX. En los últimos tiempos se viene incluyendo una nueva modalidad gustativa entre las básicas, el **sabor graso**.

En el caso del **oído**, dado que se trata de un órgano bastante complejo, su anatomía puede resultar difícil de comprender por parte del alumnado. Es por ello que se ofrecen diversos **recursos visuales** que permiten detallar con precisión las características anatómicas de este órgano. No obstante, es recomendable contar con **proyecciones audiovisuales o láminas** de buena resolución para explicar la anatomía del órgano de la audición y el equilibrio.

También se pueden emplear **modelos tridimensionales**. Para la exposición de los órganos y la anatomía interna del oído es importante dividirlo en **zonas**: oído externo, medio e interno. En cada una de ellas se presentarán los órganos correspondientes y su función. En cuanto al funcionamiento se debe separar la audición del equilibrio, y dentro del equilibrio hacer especial mención al **equilibrio estático** y el **equilibrio dinámico**. Como recurso didáctico se puede emplear un **cepillo de la ropa**, el cual simula las células ciliadas y cómo su movimiento puede indicar que el organismo se está moviendo.

Para el estudio del **tacto**, antes de describir los diferentes tipos de receptores sensoriales que hay en la piel, es importante hacer constar la **estructura de la piel** (epidermis, dermis e hipodermis), su renovación y su localización por toda la superficie del cuerpo. Otro concepto importante es el de la diferente **sensibilidad de la piel** en distintas zonas como lóbulos de la oreja, nudillos, rodillas (anterior y posterior) o talones, así como las diferencias en la percepción de algunas sensaciones según las características personales.

Para el **olfato**, la mejor manera de presentar este órgano de los sentidos es destapar un frasco de **perfume** en clase y dejar que se inunde de olor el aula hasta que todas las personas presentes capten el **estímulo**. De esta manera se evidencia que los compuestos son volátiles y pueden mezclarse con el aire. El olfato se presenta de forma **anatómica**, y se hace referencia tanto a las distintas zonas de la **nariz** como a los diferentes **olores básicos**. Se pueden hacer pruebas de sensibilidad disponiendo diferentes sustancias aisladas en bolsas de plástico y tratar de identificarlas por su olor.

Por último, se puede presentar el **gusto** tanto de manera descriptiva como empírica. Por un lado, utilizando las **ilustraciones** se localizan y se nombran las partes de la **lengua**, bajando progresivamente desde papilas hasta células pasando por botones gustativos. Por otra parte, podemos desarrollar una **actividad práctica** en la que se dispongan diferentes sustancias en tarros para que la persona que se someta a la prueba trate de identificar estas sustancias por su sabor, así como con cuál de los sabores básicos están relacionadas.

## Epígrafe 2. Enfermedades de los órganos de los sentidos

Se describen las **enfermedades** más representativas de cada órgano de los sentidos, separadas por el órgano al cual afectan. Para evitar que la presentación de contenidos resulte demasiado monótona o árida, es posible realizar pequeñas **exposiciones** por parte del alumnado, que se puede dividir en **grupos** según el órgano de los sentidos a los que correspondan las enfermedades que presente.

### 2. ENFERMEDADES DE LOS ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS

- **Conjuntivitis:** inflamación y enrojecimiento de la esclerótica por acción microbiana.
- **Daltonismo:** defecto genético que consiste en la imposibilidad de distinguir los colores. Está ligado a la transmisión de los caracteres hereditarios en los cromosomas sexuales y aparece fundamentalmente en varones. Las células de la retina encargadas de recibir los estímulos del color (conos) no funcionan adecuadamente. Es frecuente la confusión entre verde y rojo.
- **Anomalías refractivas:** por alteraciones en el tamaño del ojo:
  - **Miopía:** los objetos cercanos se ven claramente y los lejanos aparecen borrosos.
  - **Hipermetropía:** la persona ve mal a distancia y tiene problemas de nitidez con la visión cercana.
  - **Astigmatismo:** el ojo distorsiona la visión en todas las distancias.
  - **Presbicia o vista cansada:** pérdida de la visión cercana con el envejecimiento por falta de acomodación del cristalino.
- **Cataratas:** es una de las principales causas de ceguera en personas mayores de 40 años. Se produce porque el cristalino se vuelve opaco, impidiendo la visión.
- **Sordera:** pérdida de la audición total o parcial (hiposordera).
- **Vértigo o enfermedad de Ménière:** afecta al equilibrio (mareos) y a la audición (sordera).
- **Otitis:** inflamación de origen microbiano del oído medio, muy dolorosa y acompañada de secreción de pus.
- **Acné:** enfermedad inflamatoria de la piel causada por una infección bacteriana. Se desarrolla fundamentalmente durante la pubertad debido a la acción de las hormonas sobre las glándulas sebáceas, que estimulan su actividad, haciendo que la salida de las mismas se bloquee por la sobrepoducción de sustancias grasas, provocando la infección.
- **Poriaritis:** enfermedad caracterizada por la aparición de placas escamosas de color rojizo.
- **Rinitis:** inflamación de la pituitaria. Se produce secreción nasal acuosa, congestión y dificultad para respirar.
- **Anosmia:** pérdida del sentido del olfato total o parcial (hiposmia).
- **Agusia:** pérdida del sentido del gusto total o parcial (hipogusia).

El diagrama muestra la lengua con sus diferentes papilas: filiformes, fungiformes, circunvaladas y foliadas. Se detallan los botones gustativos y las células gustativas que forman parte de ellos. Se indica la ubicación de los sabores básicos: dulce en la punta, salado y ácido en los lados, amargo en la parte posterior y umami en la base.



## Epígrafe 3. Hábitos saludables para los receptores

En este pequeño apartado se recogen algunas de las **recomendaciones** básicas para el mantenimiento de la **salud** de los órganos de los sentidos fundamentalmente. Estas indicaciones se pueden presentar de forma combinada como consejos para prevenir algunas de las enfermedades del apartado anterior.

## Epígrafe 4. Efectores

Este epígrafe presenta de forma inicial los dos **tipos de respuesta** que podemos ejecutar según nuestros **efectores**: respuesta motora o secretora. Sin embargo, solamente se desarrollan de forma interrelacionada el **sistema esquelético** y el **sistema muscular**, ambos implicados en la respuesta motora.

Es de especial interés la **información gráfica** que se aporta en el libro del alumnado. Se trata de distinguir claramente los **dos tipos de órganos** que tiene nuestro organismo para llevar a cabo las respuestas elaboradas por el sistema nervioso ante determinados estímulos.

Se debe diferenciar claramente entre **efectores locomotores**, es decir, los que permiten el movimiento, y los **efectores secretores**, es decir, las glándulas exocrinas que fabrican y expulsan determinadas sustancias, tanto al exterior del cuerpo como al interior de cavidades huecas del organismo. En este apartado es importante retomar la diferenciación entre glándulas endocrinas (unidad 4) y glándulas exocrinas.

En una **ilustración** se sitúan las **10 glándulas exocrinas** y se pueden explicar los distintos **líquidos** que fabrican y el lugar donde se vierten.

**3. HÁBITOS SALUDABLES PARA LOS RECEPTORES**

- Mantener una dieta equilibrada.
- Evitar el consumo de todo tipo de drogas.
- Evitar la exposición a una luz intensa o a luces con luces.
- Evitar pasar mucho tiempo delante de pantallas o leyendo con poca luz.
- Lavarnos las manos con abundante agua antes de tocarnos los ojos.
- Evitar los volúmenes elevados o las fuentes de ruido constante.

**4. EFECTORES**

Los efectores son los órganos que ejecutan las respuestas elaboradas por el sistema nervioso.

Los nervios motores procedentes del **encéfalo** o la **médula espinal** van a establecer uniones con los correspondientes órganos efectores. Según el tipo de respuesta que se produce diferenciamos dos tipos de efectores:

- **Locomotores**: el sistema esquelético y el sistema muscular conforman el **aparato locomotor**, responsable de realizar los movimientos en la respuesta motora.
- **Secretores**: son las **glándulas exocrinas**, encargadas de segregar sustancias al exterior (glándulas sudoríparas) o a cavidades del organismo (glándulas gástricas), y algunas glándulas endocrinas, como el páncreas, cuya secreción de insulina o glucagón depende de la concentración de glucosa en la sangre, detectada por **receptores**.

**Estructura del aparato locomotor.**

Sistema muscular. Sistema esquelético.

**Principales glándulas exocrinas.**

Glándula lacrimal, Glándulas salivales, Glándulas sublinguales, Glándulas submandibulares, Glándulas mamarias, Hígado, Páncreas, Glándulas de Cooper, Glándulas de Bartholin, Prostata.

**Recuerda**

Como hemos estudiado, la **relación** es la capacidad de los seres vivos de responder de forma adecuada a los estímulos, es decir, a los cambios en las condiciones del medio. Para que la coordinación tenga lugar de forma correcta, los centros nerviosos deben ser capaces, por tanto, de interpretar los señales procedentes de los órganos sensoriales y elaborar una respuesta, que será transmitida a los efectores.

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

**4.1. Sistema esquelético**

El **sistema esquelético** es la parte pasiva del aparato locomotor. El esqueleto está compuesto por 206 huesos, 360 articulaciones (formas de unión de los huesos) y multitud de ligamentos (estructuras de tejido conectivo que unen los huesos).

El esqueleto realiza funciones muy distintas:

- **Dar forma** al cuerpo y soportar su peso.
- Permitir el **andaje** de los músculos esqueléticos.
- Intervenir en el **movimiento** del cuerpo.
- **Proteger** los órganos y partes blandas de golpes.
- **Fabricar** células sanguíneas en la médula roja.
- **Almacenar** calcio y fósforo.

**Componentes de los huesos**

Los huesos son los componentes rígidos que constituyen nuestro esqueleto. Los huesos están vivos, se alimentan de los nutrientes provenientes de la sangre y tienen la capacidad de crecer y regenerarse.

Los componentes de los huesos son:

- **Células**: aunque podemos encontrar varios tipos celulares, las células óseas principales son los osteocitos. Estas células son las responsables de la formación del tejido óseo a través del proceso de osteificación.
- **Matriz extracelular**: rodea a las células y contiene sales minerales (calcio y fósforo) que dotan de rigidez al hueso. Dentro de la matriz se encuentran fibras de proteína (colágeno) que aportan al hueso elasticidad y resistencia.
- **Cartilago**: se trata de un tejido blando y elástico con menor contenido en sales minerales y mayor cantidad de colágeno.

**Estructura ósea**

- **Hueso compacto** es la parte más dura y compacta que rodea a todo el hueso. Posee gran cantidad de sales minerales. La unidad básica se conoce como osteona. Están formadas por laminillas óseas concéntricas dispuestas alrededor de un hueco central llamado conducto de Havers, donde se encuentran nervios y vasos sanguíneos. La unión de varias osteonas da lugar a este tipo de tejido óseo.
- **Hueso esponjoso** es mucho más ligero que el hueso compacto. Se sitúa en el interior de los huesos largos, entre coque huecos se sitúa la médula ósea roja. En su estructura no presenta osteonas. El proceso de crecimiento de los huesos se conoce con el nombre de osteificación.
- **Médula ósea** es un tejido que rellena las cavidades de los huesos. Puede ser de dos tipos:

« La **médula ósea roja** produce células sanguíneas y se encuentra en los extremos (epifisis) de los huesos largos (fémur o húmero). »

« La **médula ósea amarilla** se localiza en la parte central (diáfisis) de los huesos largos. Está formada por una sustancia rica en grasa y forma el núcleo de los huesos largos. »

**Estructura interna de los huesos.**

Epífisis, Cartilago articular, Tejido esponjoso, Tejido compacto, Médula ósea amarilla, Hueso compacto, Osteona, Periostio, Vaso sanguíneo, Conducto de Havers, Tejido conectivo, Tejido óseo.

**Las articulaciones**

Las articulaciones son las uniones de los huesos, contiguos entre sí, que impiden su separación.

Según la movilidad de los huesos implicados, hay tres **grupos de articulaciones**:

- **Inmóviles** o sinartrosis: no permiten el movimiento (huesos del cráneo).
- **Semimóviles** o anfiartrosis: permiten cierto movimiento (columna vertebral).
- **Móviles** o diartrosis: permiten amplios movimientos (hombros, codos, muñecas, caderas, rodillas y tobillos). Para evitar la fricción entre los huesos dentro de las articulaciones, los extremos de los huesos están recubiertos de cartilago.

**Tipos de huesos**

**Huesos largos**: Tipo de hueso alargado y cilíndrico. Predomina la longitud sobre el ancho. Ejemplos: fémur, humero, radio, ulna, tibia, peroneo, metacarpo, falange.

**Huesos cortos**: Tienen forma cúbica o redondeada, es decir, con mediciones de largo, ancho y alto aproximadamente iguales. Ejemplos: huesos del carpo, metacarpo, falange.

**Huesos planos**: Tienen forma curva, plana o de placa. Predomina la longitud y el ancho sobre el espesor. Están formados por una capa exterior de hueso esponjoso, rodeado por dos capas de hueso compacto localizadas en la superficie. Ejemplos: escápula, ilio, isquio, pubis, costilla, lámina, mandíbula.

**Tipos de articulaciones**

**Inmóviles**: Sinartrosis.

**Semimóviles**: Anfiartrosis.

**Móviles**: Diartrosis.

**Actividades**

20. ¿Qué sistemas forman el aparato locomotor? ¿Qué órganos pertenecen a cada sistema?

21. ¿En qué regiones del organismo encontramos estos huesos: largos, planos y cortos?

22. La brillante científica Valinda Irwin, en su reconocida labor investigadora, ha ido a visitar a sus primos Miguel y José María al hospital, donde están como consecuencia de un accidente. Uno de ellos tiene roto el fémur, y el otro se ha fracturado el hueso frontal. ¿De qué tipo son los huesos que se han roto? ¿Qué tipo de articulación presentan con los huesos con los que conectan?

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

En el subepígrafe 4.1 se presenta el **sistema esquelético** como conjunto no solo de huesos, sino de sus articulaciones correspondientes y los ligamentos que las sustentan. Se ofrecen **ilustraciones anatómicas** detalladas, sobre las que es posible distinguir los diferentes tipos de hueso, su estructura, articulaciones y un esqueleto detallado. Debemos comenzar razonando cada una de las **funciones del esqueleto**. Utilizando las **imágenes e ilustraciones** se pasa a la explicación de la **estructura** de los huesos y sus elementos comunes: células, matriz y cartilago, para entender las diferencias entre los tipos de hueso y la función de la médula ósea. Como ejemplos de la estructura ósea se toman los **tres tipos de huesos** descritos en la unidad: largos, cortos y planos. Utilizando las ideas previas del alumnado se exponen los **tres tipos de articulaciones** que tenemos: móviles, semimóviles e inmóviles. Por último pasamos a la **anatomía del sistema esquelético**, donde es importante que se escriba el nombre en la pizarra para llamar la atención del alumnado sobre la grafía correcta de algunos huesos. Este ejercicio debe ir acompañado de la diferenciación entre los dos tipos de esqueletos: **axial** y **apendicular**.



**El esqueleto**

El esqueleto se divide en dos áreas o regiones:

- **Esqueleto axial:** formado por huesos de movilidad reducida como los que tenemos en cabeza, columna vertebral, esternón y costillas. Forma el eje de nuestro cuerpo.
- **Esqueleto apendicular:** formado por huesos de amplia movilidad, tales como los que forman las extremidades superiores e inferiores y los que las unen al esqueleto axial, es decir, la cintura escapular (hombros) y la cintura pélvica (caderas).

**Actividades**

23. ¿Qué regiones se pueden distinguir dentro del sistema esquelético? ¿Cuáles son móviles?

24. ¿Por qué cuando sufrimos una fractura de hueso se inmovilizan las articulaciones?

**Vista anterior y posterior del sistema esquelético**

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

**Recuerda**

Los músculos son los elementos que permiten el movimiento del esqueleto y permiten movernos como respuesta a los estímulos. El desplazamiento es una forma de respuesta a estímulos, aunque el momento de ser movidos de la casa también nos permite salir de ella, correr, etc.

A pesar de su importancia, la presencia de más o menos músculos no es un indicador del nivel evolutivo de una especie. Mientras que los humanos disponemos en nuestro cuerpo de unos 650 músculos, una oruga tiene alrededor de 2000 y la trampa de un elefante puede tener más de 60 000.

**4.2. Sistema muscular**

El sistema muscular constituye la parte activa del aparato locomotor. Está formado por 650 músculos y multitud de tendones. Los músculos actúan de forma coordinada con los huesos para realizar movimientos voluntarios.

El sistema muscular realiza funciones muy distintas: permite los movimientos necesarios para las funciones vitales, mantiene la postura corporal y hace posibles los gestos corporales (mímica o lenguaje).

**Músculos: estructura y tipos**

Un músculo es un órgano contráctil formado por tejido muscular envuelto por diferentes membranas de tejido conjuntivo llamadas en conjunto fascia.

La unidad funcional y estructural del músculo es la fibra muscular; estas fibras musculares están rodeadas de una primera capa de tejido conjuntivo (fascia), llamada endomisio. Estas fibras se agrupan en haces musculares formando fascículos, rodeados de otra capa de tejido conjuntivo, el epimisio. La suma de todos estos haces musculares da lugar a los paquetes musculares o músculos, rodeados de una última capa de tejido conjuntivo llamada perimisio. El tejido conjuntivo se va uniendo en las zonas terminales de los músculos, formando estructuras muy resistentes que unen el músculo al hueso (los tendones).

**Tipología muscular**

**Estructura del músculo esquelético**

Como vimos en la unidad 1, el tejido muscular está formado por fibras musculares de distinta naturaleza que dan lugar a diferentes tipos de músculos:

- **Músculos lisos o viscerales:** son de contracción lenta e involuntaria y están formados por fibras musculares lisas. Los encontramos relacionados con el movimiento de nuestros órganos internos, que no podemos controlar con nuestra voluntad (vasos sanguíneos o estómago).
- **Músculos cardíacos:** son de contracción rápida e involuntaria y están formados por fibras musculares estriadas. Se sitúan en el corazón (miocardio).

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

**Sabías que...?**

Las neuronas motoras, es decir, las que se encargan de llevar la información desde el sistema nervioso central hacia los músculos, efectores, pueden verse afectadas por procesos degenerativos que hacen que pierdan su funcionalidad y debiliten en enfermedades muy importantes, tanto de carácter paulatino degenerativo como agudo, reduciendo así el ámbito de movilidad. La **esclerosis lateral amiotrófica (ELA)** es una enfermedad discapacitante y en algunos casos mortal por el movimiento, aunque si hay tratamientos que retrasan el avance de esta.

El genio de la ciencia Stephen Hawking padeció ELA durante la mayor parte de su vida, lo que muestra que estas enfermedades afectan a nuestra capacidad de coordinar los movimientos y acciones de nuestros músculos, pero no a la de pensar y utilizar nuestro cerebro con todo su potencial.

**Músculos estriados o esqueléticos:** son de contracción rápida y voluntaria y están formados por fibras musculares estriadas. Gracias a estos músculos podemos mover los huesos.

**Los músculos esqueléticos**

El hecho de que la musculatura esquelética sea de control voluntario implica que está conectada con el sistema nervioso central. El cerebro juega un papel fundamental en el control de esta musculatura aunque, en ocasiones, no tenga que participar en esta coordinación, como ocurre con los actos reflejos o el mantenimiento del equilibrio. La conexión entre el sistema nervioso y el muscular se produce en una estructura llamada **placa motora**, donde se establece una **sinapsis** entre las células musculares y las neuronas. Funciona de la misma manera que una sinapsis neuronal. Al recibir un estímulo nervioso, los músculos se contraen y este acortamiento del músculo produce el movimiento. Una vez cesa el estímulo, el músculo se relaja y recupera su posición inicial.

**Neuronas motoras**

Como ya hemos comentado, los **tendones** son las estructuras que unen los músculos a los huesos. Son necesarios para transformar el movimiento de acortar y alargar el músculo en toda la compleja gama de movimientos que podemos realizar. Son estructuras resistentes, formadas por tejido conjuntivo rico en fibras de **colágeno**.

Los músculos esqueléticos se clasifican por su forma o su función y siempre funcionan en **pares antagonistas**, es decir con funciones opuestas. Así, cuando un músculo se contrae su pareja se relaja, y viceversa. Ocurre por ejemplo con la flexión y extensión del brazo, movimientos en los que participan de forma antagonista el bíceps y el tríceps. Cuando el bíceps se contrae el tríceps se relaja y el brazo se dobla. Si se contrae el tríceps, es el bíceps el que se relaja y el brazo se estira.

**Músculos esqueléticos según su función**

|  |  |
|--|--|
| <b>Flexores:</b> aproximan un hueso a otro.  | <b>Extensores:</b> separan los huesos.                           |
| <b>Protractores:</b> realizan giros de las extremidades hacia atrás o hacia abajo. | <b>Supinadores:</b> efectúan giros hacia delante o hacia arriba. |
| <b>Abductores:</b> separan una extremidad del cuerpo.                              | <b>Adductores:</b> acercan las extremidades al cuerpo.           |
| <b>Elevadores:</b> suben una parte del cuerpo.                                     | <b>Depresores:</b> bajan una parte del cuerpo.                   |

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

En este epígrafe se ofrecen diferentes **recursos** de interés, destacando entre ellos la lectura que se sugiere sobre **Andrés Vesalio**, figura histórica de gran relevancia en el mundo de la anatomía, que puede despertar en el alumnado el interés por ampliar su conocimiento.

A continuación, para el sistema muscular en el subepígrafe 4.2, al igual que para los huesos, se parte de las **ideas previas** del alumnado sobre el movimiento del organismo y el papel que juegan los **músculos** en este movimiento. A lo largo de todo el subepígrafe se ofrecen **ilustraciones e imágenes** de gran calidad y utilidad para la exposición de los contenidos. Sobre ellas, un **muñeco anatómico**, o **láminas interactivas** con soportes digitales, se van localizando y nombrando los principales músculos.

Iniciamos el epígrafe distinguiendo los **tipos de músculos**, para centrarnos en los músculos **esqueléticos**, los relacionados directamente con el aparato locomotor, que se estudian desde el punto de vista de su estructura general: fibras musculares organizadas en haces musculares que se suman para originar paquetes musculares o músculos. Es importante hacer constar el **control nervioso** que se ejerce por parte del sistema nervioso sobre los músculos gracias a la **placa motora**, y su similitud con la **sinapsis nerviosa**, tal como se aprecia en la ilustración relativa a las neuronas motoras. Relacionado con este aspecto se ofrece un recurso en el que se analiza la enfermedad sufrida por el gran científico **Stephen Hawking**.

La clasificación de músculos esqueléticos se hace en base a dos criterios: **su función y su forma**. En cuanto a su función, es importante hacer notar la actuación **antagónica** de parejas de músculos, destacada en el **cuadro** que se ofrece como recurso. Con respecto a la forma, se ofrecen **ilustraciones** que pueden ser usadas para entender con precisión las diferentes variedades.

**Antagonismo de músculos esqueléticos**

**Sabías que...?**

El vendaje neuromuscular o kinesiotaping se utiliza para solucionar problemas y dolores musculoesqueléticos sin restringir los movimientos de estos como ocurre en cierto tipo de vendajes. La técnica consiste en la aplicación de cintas adhesivas elásticas especiales sobre la zona afectada con el objetivo de no limitar el movimiento y aliviar dolores o problemas musculares. Las principales funciones de este tipo de vendaje son: sujeción de músculos localizados muscular y articular, reducción de inflamación y mejora de la circulación, alivio del dolor o corrección de problemas articulares. De este modo se produce una recuperación más temprana de los tejidos.

**Músculos esqueléticos según su forma**

**Actividades**

25. ¿Cuál es el papel que juegan los tendones en el sistema muscular?

26. ¿Cuáles son los músculos que controlan de forma voluntaria? ¿De qué tipo son los músculos que participan en la actividad de los reflejos?

27. Indica qué tipo de músculos, según su función, empleamos cuando realizamos estos gestos: acercar un vaso a la boca, agacharse sin flexionar las piernas, abrir las piernas, volar las palmas de las manos.

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

**Palancas musculares**

Los músculos por sí mismos sólo son capaces de contraerse y relajarse, acortando y alargando su longitud, por lo que para conseguir realizar la gran variedad de movimientos que se dan en nuestro cuerpo, estos actúan en combinación con **huesos y articulaciones**. El conjunto de músculos (potencia), huesos (resistencia) y articulaciones (punto) actúa como una **palanca**. En el cuerpo humano encontramos tres tipos de palancas, en función de la disposición de los músculos, huesos y articulaciones.

**Tipos de palancas en el cuerpo humano**

Los elementos que se distinguen en toda palanca son:

- **Punto de apoyo (A):** donde se sostiene la palanca y sobre el que actúan las fuerzas.
- **Punto de potencia (P):** donde se aplica la fuerza para producir el movimiento.
- **Punto de resistencia (R):** donde resiste la fuerza que se opone al movimiento.

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

**Vista anterior y posterior del sistema muscular**

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

Como suma de los distintos elementos que participan en los efectores locomotores (músculos, huesos, tendones, articulaciones y ligamentos) se presentan los tres tipos de **palancas** que tiene el cuerpo humano. En cada tipo de palanca se presenta un ejemplo concreto localizando los distintos **elementos** de la palanca: punto de apoyo, punto de potencia y punto de resistencia.

Por último, se presentan cuatro **ilustraciones** en las que se puede observar con detalle la localización de los principales músculos de nuestro organismo y que pueden servir de base para su estudio y la participación en **juegos de localización** de músculos y huesos propuestos en la temporalización.

## Epígrafe 5. Enfermedades del aparato locomotor

En este epígrafe se presentan de forma descriptiva las principales **alteraciones o enfermedades del aparato locomotor**. No se han incluido las alteraciones de los efectores glandulares, dejándolas para sus aparatos correspondientes (aparato reproductor, digestivo o excretor).

Se ofrecen **imágenes** que pueden ayudar a ilustrar algunas de estas lesiones o enfermedades, y se añaden **dos recursos** muy interesantes, que pueden servir como punto de partida para realizar investigaciones sobre las **lesiones** del aparato locomotor relacionadas con el deporte o con la alimentación.

### 5. ENFERMEDADES DEL APARATO LOCOMOTOR

A continuación, veremos algunas de las enfermedades que afectan al aparato locomotor:

- **Distensiones y esguinces:** consisten en una inflamación por entumecimiento excesivo. Las distensiones afectan tanto a músculos (distensión muscular) como a tendones (tendinitis). Sin embargo, los esguinces solo se producen en los ligamentos. Se aconseja aplicar hielo a la zona afectada y guardar reposo.
- **Cambres:** son contracciones musculares involuntarias, intensas y dolorosas de varios grupos de fibra que se dan en músculos como gemelos o antebrazos, como consecuencia de pérdida de sales minerales en esfuerzos prolongados.
- **Contracturas musculares:** son contracciones involuntarias y mantenidas de algún músculo. Son frecuentes debido a posturas incorrectas o a sobreesfuerzos. Se caracterizan por intensos dolores y se pueden corregir con tratamientos de fisioterapia.
- **Luxaciones o dislocaciones:** ocurren cuando un hueso se desplaza de su sitio normal en una articulación. El síntoma es un intenso dolor cuando se intenta mover esa zona. Se aconseja evitar los movimientos y acudir al médico inmediatamente.



Los tratamientos con fisioterapia ayudan al tratamiento de muchas enfermedades relacionadas con el aparato locomotor.

### Sabías que...?

Las **roturas fibilares** son lesiones frecuentes en muchos deportes que requieren de grandes esfuerzos en momentos determinados. En los deportes de élite es una de las lesiones más frecuentes, ya que el músculo, al estar sometido a una contracción muy brusca, a un esfuerzo excesivo o a un sobreesfuerzo, no puede soportar la presión y algunas de las fibras que lo forman se rompen. Pero esta lesión no solo se da en este nivel. La falta de preparación física para hacer deporte como aficionado puede causar roturas de fibra y se intenta hacer un esfuerzo para el que no estamos preparados, dando lugar fundamentalmente a esta lesión en los músculos de las piernas. Por ello, debemos realizar una actividad física moderada pero que nuestra musculatura esté en condiciones de responder a esfuerzos puntuales.



Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

### Sabías que...?

Unir una dieta rica en calcio no es suficiente para que dicho calcio se deposite en nuestros huesos. Una de las moléculas que intervienen en el depósito de calcio en los huesos, haciendo de cemento de este al hueso, es la **vitamina D**. En lugares soleados no se suele comprender de la dieta con esta vitamina, ya que se produce cuando tomamos el sol en nuestra piel. Necesitamos también saber que los niveles de esta vitamina están por debajo de la aconsejable en una parte considerable de la población. Por ello, es necesario consumir con él, ya que sin vitamina D, por mucho calcio que tomemos, nuestros huesos pueden debilitarse con la edad y favorecer la aparición de osteoporosis.



Osteoporosis. Hueso normal.

### Actividades

28. De todas las enfermedades del aparato locomotor descritas, ¿cuáles crees que son propias de un envejecimiento del organismo? Razona adecuadamente tu respuesta.

29. ¿Qué diferencia hay entre una tendinitis y un esguince? ¿En qué actividades físicas puede producirse cada una de estas lesiones?

30. ¿A qué especialista acudirías si tuvieras que tratar una contractura muscular? ¿Y una fractura?

31. ¿Qué factores influyen en la aparición de la osteoporosis?

### Fracturas de huesos y roturas de ligamentos:

suelen ser producto de caídas, accidentes o por movimientos violentos e incorrectos de las articulaciones. El dolor suele ser el síntoma más obvio, aunque también se producen hinchamientos o hematomas. Las fracturas se tratan mediante la inmovilización de las articulaciones hasta que el hueso suelda.



Fractura de perno.

### Osteoporosis:

diminución progresiva de la masa ósea, que hace que los huesos se vuelvan más frágiles y propensos a fracturas. Es muy común en mujeres de edad avanzada debido a la disminución de los depósitos de calcio de los huesos por los desequilibrios hormonales que acompañan a la menopausia, aunque también puede deberse a otros factores.

### Artrosis:

trastorno crónico de las articulaciones, caracterizado por la degeneración del cartilago y del hueso. Produce dolor en las articulaciones afectadas e incluso inmovilidad.

### Desviación de columna:

aunque la columna vertebral no es recta, ya que tiene curvas que permiten soportar un mayor peso, cuando la curvatura que presenta sobrepasa ciertos límites hablamos de desviación de columna, que puede provocar un dolor importante y persistente. Durante la adolescencia son frecuentes los dolores de espalda, aunque normalmente no están asociados a esta patología, sino a dolores musculares por sobrecarga o posturas.

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

## Epígrafe 6. Hábitos saludables para los efectores

Este apartado recoge las **recomendaciones** básicas para mantener **hábitos saludables** y un estilo de vida **activo**. Se hace hincapié en el ejercicio físico, la dieta y la higiene postural, algo que se podría trabajar en clase analizando los hábitos posturales del alumnado e incidiendo en los efectos que las malas posturas pueden tener en nuestro aparato locomotor.

## Actividades de consolidación

En este apartado se recogen una serie de actividades enfocadas a **consolidar** lo aprendido durante la unidad. La mayoría son ejercicios que ya se han realizado, cambiando algún dato, aunque también se ofrecen actividades diferentes para ampliar un poco lo aprendido. La mejor idea es que se hagan una vez se haya terminado el tema, si bien en la temporalización se pueden proponer momentos diferentes de trabajo. Muchas de ellas son ejercicios de **reconocimiento anatómico** de órganos humanos. Destaca otra actividad sobre **hábitos posturales** de gran aplicación entre el alumnado.

### 6. Hábitos saludables para los efectores

Entre los principales hábitos saludables podemos citar:

- **Ejercicio físico de manera habitual:** es el mejor hábito para mantener en óptimas condiciones nuestro aparato locomotor. Además de buena forma física, proporciona bienestar emocional. La práctica habitual de ejercicio físico tiene efectos muy beneficiosos para nuestra salud. En concreto sus efectos sobre el aparato locomotor son: fortalece las estructuras óseas, aumenta la elasticidad muscular y articular, incrementa la fuerza y la resistencia de los músculos y previene el deterioro muscular producido por los años. Además, el ejercicio físico frecuente facilita los movimientos y el desarrollo de las actividades de la vida diaria.
- **Mantener una dieta equilibrada:** el aporte de calcio y fósforo es fundamental para el desarrollo y mantenimiento de los huesos, así como un aporte suficiente de vitamina D para poder sintetizarlos. No solo los lácteos aportan calcio, hay otros alimentos ricos en este mineral como los pescados pequeños. Entre los legumbres destacan el garbanzo, la soja o las verduras de hoja verde.
- **Evitar el sobrepeso para reducir problemas en las articulaciones.**
- **No levantar pesos excesivos o de manera inadecuada:** el uso incorrecto de mochilas escolares provoca dolores y lesiones permanentes en la espalda. Se debe evitar el peso excesivo y limitar la carga como máximo al 10% del peso corporal de cada persona.
- **Adoptar posturas adecuadas:** tanto al caminar como al sentarnos, acostarnos o agacharnos para recoger peso del suelo. Los movimientos incorrectos pueden causar daños severos en la columna vertebral.
- **Usar calzado y ropas adecuadas:** el uso de zapatos muy estrechos o ropa demasiado ajustada puede dañar los movimientos de las articulaciones. Del mismo modo, usar ropa o zapatos inadecuados pueden dañar de forma grave la columna vertebral.



Realizar una actividad física moderada contribuye a mantener la salud.

### Recuerda

La práctica de **ejercicio físico moderado** es siempre recomendable para mantener una buena forma física, proporcionar bienestar emocional. La práctica habitual de ejercicio físico es recomendable realizar un calentamiento que prepare a nuestra musculatura y articulaciones para la actividad que vamos a emprender. Cuando termine la actividad física es recomendable también hacer algún tipo de estiramiento que ayude a relajar la musculatura.

### Sabías que...?

Los términos **proliferar** y **suplantar** hacen referencia a la prada, al momento del pie durante el caminar o la carrera, y depende de la parte del pie que entre en contacto con la superficie.

En la prada no interviene solo el movimiento del pie ya que, en última instancia, es el resultado de los movimientos coordinados de todo el tronco inferior, desde la cadera hacia abajo. La parte que se prolapa o suplanta no tiene por qué suponer ningún problema biomecánico para una persona ni impedirle hacer cualquier actividad física que desee, siempre que se esté preparado para la misma.

Si la práctica de ejercicio o actividad física da lugar a problemas en nuestra musculatura o articulaciones debemos acudir a un profesional sanitario que nos ayude a determinar con seguridad si tenemos algún inconveniente que requiera tratamiento.

### Actividades

32. Seguramente sabrás que el calentamiento es fundamental antes de cualquier actividad física exigente. ¿Cuáles son las ventajas de realizarlo correctamente?

33. ¿A qué crees que se llama higiene postural?

34. ¿De qué forma la práctica de una actividad física moderada ayuda a mantener sano nuestro aparato locomotor?

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores



## Programación de las unidades didácticas

## Actividades de consolidación

1. Define los siguientes conceptos y cita ejemplos de cada uno de ellos: receptores intrales, nociceptores y quimiorreceptores.

2. ¿Puede una persona dejar de ver debido a un golpe en la parte posterior de la cabeza (zona occipital)? Razona tu respuesta.

3. Dibuja en tu cuaderno la ilustración del anéncalo humano que tiene la continuación y señala en ella las áreas donde residen los diferentes sentidos y genera percepciones. Señala qué parte está relacionada con el control del equilibrio y cuál controla las funciones involuntarias como el latido cardíaco o los movimientos intestinales, como es habitual en la unidad anterior.

4. Indica cuáles son las estructuras del oído relacionadas con las siguientes características:

- El color de los ojos.
- Los movimientos del oído.
- La visión de los sonidos.
- La protección del globo ocular.

5. ¿Qué tipo de sensores se pueden encontrar en los receptores de la piel? ¿Qué nombres reciben estos receptores?

6. ¿Cuántos tipos de fibras capta el eje sensorial? ¿Cuántos tipos de receptores son necesarios?

7. Completa en tu cuaderno el siguiente texto ampliando las palabras que corresponden: control, transmisión, hueso, audición, periferia, Corti, tímpano, mecanorreceptores, percibir.

La **periferia** es uno de los sentidos humanos por el que somos capaces de **percibir** sonidos. La función principal es realizada por **ondas** que detectan cambios de presión en el aire, que generan ondas de sonido que llegan hasta la **periferia**. La vibración de esta membrana provoca la **periferia** de este movimiento a la **periferia** del **oído** medio (malla, yunque, estribo). El **oído** medio del estribo, transmite la vibración a la **periferia** por su conexión con la membrana oval. Esta vibración del líquido del interior del **oído** medio **periferia** provoca la excitación de las células sensoriales del **oído** medio.

8. ¿Cómo crees que deberían ser los hábitos de higiene de una persona con acúfeno?

9. Indica razonadamente en tu cuaderno a qué tipo de animales corresponden estas ilustraciones:

10. Nombrar en tu cuaderno las partes indicadas en los siguientes órganos de los sentidos:

11. Observa la siguiente representación del sistema muscular y nombra en tu cuaderno los músculos indicados.

12. La brillante científica Yolanda Jiménez, en su incansable labor investigadora, está elaborando una lista de enfermedades del aparato locomotor que son las más prevalentes. Ayúdala resolviendo correctamente en tu cuaderno los elementos de estas dos columnas.

| Enfermedad           | Producido por movimientos violentos e incoherentes      |
|----------------------|---|
| Luxación             | Desplazamiento de un hueso de su posición normal        |
| Osteoporosis         | Enfermedad de los huesos y huesos de las articulaciones |
| Artrosis             | Inflamación de la cápsula por estiramiento excesivo     |
| Rotura de ligamentos | Rigidez ósea por pérdida de masa                        |

13. Lee atentamente el siguiente texto y responde a las siguientes cuestiones:

a) Trata de buscar en un diccionario las dolencias que sufren los adolescentes que acumulan las normas de higiene postural.

b) Realiza un dibujo de las columnas vertebrales afectadas por escoliosis e hiperlordosis.

c) Elabora un gráfico con los datos de las dolencias que sufren los adolescentes.

«Son varios los factores que determinan la salud de los jóvenes, como el entorno social y familiar que los rodea, el estudio o el trabajo, las políticas públicas que sustentan la vida social, la respuesta de los servicios sanitarios a las demandas, el cumplimiento de las características biológicas de cada power. [...]»

La alteración de la columna vertebral representa actualmente un problema de Salud Pública en general, debido a su alta incidencia, su poder mutilante, el elevado índice de absentismo laboral que generan y los altos costes sociales. Las alteraciones más frecuentes son las de la región lumbar vertebral con un 50,9% de los casos; cervicales, 30,7% de los casos; y cervicales superiores, 19,3% de los casos; cervicales inferiores, 9,4% de los casos. Por ello, se debe actuar en la prevención del dolor de espalda desde la infancia, a través de una correcta educación postural, corrigiendo los malos hábitos y adoptando posturas y movimientos adecuados en las actividades diarias, hasta que se realicen ejercicios y naturales. Actualmente, la salud es motivo de preocupación el número de horas que la infancia pasa en la postura incorrecta. Se considera que mantienen dicha postura, en la escuela, entre el 60 y el 80% del horario lectivo.

Fuente: Iñaki Aguirre y Antonio Aguirre. Cuestión: Reducir postura y ergonomía en el ámbito escolar. B.O.E.

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

## Esquema de la unidad

El esquema de la unidad sintetiza conceptualmente las **principales ideas** del tema abordado. Puede consultarse al principio de la unidad y copiarse en el cuaderno al final para organizar las ideas de la materia estudiada.

## Competencias clave

En este apartado se pretende trabajar las **competencias del alumnado**. Para ello se presentan dos actividades con diez cuestiones que tratan competencias clave muy concretas. Pueden realizarse en cualquier momento del estudio de la unidad, aunque en la temporalización se aconsejan unos momentos concretos.

En la actividad “**Sabores**” se trabaja un tema tan actual como el de la alta cocina. En concreto, se aborda el concepto de chef y su relevancia social. Es tal el número de programas de televisión actuales relacionados con esta temática que la actividad resultará de lo más motivadora para el alumnado.

En la actividad **“Huesos de cristal”** se pretende concienciar al alumnado sobre la necesidad de invertir recursos en el estudio de enfermedades raras. De hecho, esta actividad está enfocada al análisis de la diferencia entre enfermedades comunes y raras. Se trabaja la competencia matemática a través del uso de datos estadísticos para el cálculo de porcentajes.

# ESQUEMA DE LA UNIDAD

**RECEPTORES**

- Tipos**
  - Internos (ganglios receptores)
    - Vista
      - Aracnidos → Ojitos sencillos
      - Moluscos → Ojitos sencillos
      - Anfibios → Ojitos sencillos
      - Reptiles → Ojitos sencillos
      - Mamíferos → Ojitos sencillos
    - Oído
      - Oído externo
      - Oído medio
      - Oído interno
  - Externos
    - Epitelios → Ameyos cutáneos
    - Dermis → Receptores táctiles
    - Hipodermis → Receptores táctiles
    - Olfato → Caudal nasal
    - Gusto → Lengua
- Enfermedades**
- Hábitos saludables**

**EFECTORES**

- Tipos**
  - Secretores**
    - Componentes de la sangre
    - Estructura ósea
    - Tipos de huesos
    - Articulaciones
    - Esqueleto
  - Sistema respiratorio**
    - Tipos de músculos
    - Clasificación de la musculatura respiratoria
    - Palanca muscular
    - Anatomía
  - Locomotores**
    - Tipos de músculos
    - Clasificación de la musculatura locomotora
    - Palanca muscular
    - Anatomía
- Enfermedades**
- Hábitos saludables**

## Competencias clave

## Competencias clave

### Sabores

Todas las personas, a no ser que exista algún tipo de anomalía, somos capaces de percibir olores y sabores. En nuestra vida cotidiana, este hecho nos permite disfrutar de los alimentos que tenemos y distinguir sabores que nos guían de aquellos otros que no.

Pero hay personas especiales en calificar y distinguir los alimentos para poder decir si cumplen con las exigencias de los productos de la más alta gastronomía. Estos productos se denominan **delicados**, voz inglesa que significa "alimento selecto". A las personas versadas en gastronomía y capaces de detectar aromas exquisitos se les conoce como **gourmet**, una frasecita que significa "gente que sabe".

Una persona gourmet puede un gusto delicado por las moléculas, su exquisito paladar le permite identificar la pureza de cocina y su refinancia, gracias a la capacidad de apreciar y disfrutar el sabor, la delicadeza y la calidad de los alimentos. Además de bares y restaurantes, existen multitud de tiendas donde adquirir una gran variedad de delicatessen especialmente pensadas para las personas gourmet más exigentes: carnes, mariscos, embutidos, quesos, pastas, jamones, caviar, salsas, mermeladas, panes, chocolates, postres, vino, caviar, flores y hasta helados. Nuestras visitas a uno o algunos de los restaurantes más afamados del mundo, regimados por los mejores chefs, son ocasiones que significan responsabilidad de cocina de un restaurador. Cada gourmet de todo el mundo disfruta de las delicatessen elaboradas por los más prestigiosos cocineros españoles.

### Cuestiones propuestas

- ¿Qué sentidos nos dan que cultura y utilidad a una persona gourmet? ¿Por qué el paladar es tan importante en la vida de un gourmet o plato?
- ¿Cuáles reconocimientos especiales tenemos para el sabor? ¿Cómo es posible que se puedan preparar tantos platos diferentes?
- ¿Qué cualidades de los alimentos aporta una persona experta en el arte culinario elaborado? ¿Se puede decir que todas las personas son gourmet? ¿Razona la respuesta?
- Observa la fotografía de los alimentos presentados, que características le parecen comunes a todos ellos? ¿Utiliza algún tipo de presentación para ponerlos en valor?
- Elabora una tabla de clasificación de los alimentos recogidos en el texto y dale de asociarlos un sabor selecto. Comenta las dificultades que encuentres al confeccionar esta clasificación.

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

107

### Huesos de cristal

La osteogénesis imperfecta (OI) es una enfermedad de origen genético hereditario caracterizado por la fragilidad de los huesos de las personas que la sufren. Debido que los huesos se rompen con gran facilidad después de algún golpe mínimo, incluso sin causa aparente, este trastorno es conocido como **enfermedad de los huesos de cristal**. Esta patología afecta a una de cada 20.000 personas en todo el mundo. La enfermedad presenta distintos grados de afectación: alteraciones leves con posibilidades de llevar una vida normal, daños moderados caracterizados por la deformación del hueso, a formas más serias que derivan en muerte tras el nacimiento. A pesar de que se están desarrollando algunas terapias experimentales, hoy por hoy no hay cura para esta enfermedad. El tratamiento se centra en prevenir roturas y corregir los síntomas.

Otra enfermedad con consecuencias semejantes es la osteoporosis, que afecta al 16% de la población española. La osteoporosis es una enfermedad crónica del esqueleto que no tiene síntomas visibles hasta el momento de las fracturas. Las roturas están causadas por la pérdida progresiva de la densidad del hueso a causa de la edad. Así, parte del riesgo de padecer fracturas aumenta en personas más de 40 años. De manera normal, nuestro cuerpo destruye y crea huesos nuevos continuamente, para mantener el equilibrio de los huesos fuerte y sano. Sin embargo, el proceso de regeneración de los huesos se invierte con el envejecimiento, llegando a perder más hueso del que se reemplaza.

### Cuestiones propuestas

- Busca la definición literal de "osteogénesis". ¿Se parece al término que usamos para describir la enfermedad de los huesos de cristal?
- ¿Cuáles son los síntomas de la osteogénesis imperfecta? ¿Por qué puede llegar a causar la muerte en los casos más severos?
- Suponiendo una población de 47 millones de personas en España, ¿cuántas estimas que estarían afectadas por la osteoporosis? ¿Cuántas personas sufren osteoporosis?
- Se considera una enfermedad rara aquella que se da en uno de cada 50.000 casos. ¿Cuántas personas se ven afectadas por las enfermedades descritas en el texto?
- ¿A qué crees que se debe la alta prevalencia de la osteoporosis? ¿A qué crees que se debe la baja prevalencia de la osteogénesis imperfecta? ¿Por qué crees que se da?

- ¿Qué representa la imagen que acompaña al texto? ¿Cómo se obtiene?
- Describe qué trastorno aparece representado en la fotografía. ¿Cómo se consigue?
- ¿A qué tipo de las enfermedades descritas dedicaras más financiación económica para investigar un remedio eficaz? ¿Razona tu respuesta.
- ¿Cambiaría tu respuesta en la cuestión anterior si tuvieras un familiar cercano afectado de osteogénesis imperfecta? ¿Cuál sería ahora?
- ¿Crees que tienen motivos los afectados de enfermedades raras para reclamar mayor atención sanitaria y social? ¿Propones alguna medida para mejorar su situación?

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores

108

## La unidad en diez preguntas

En este apartado se resumen los **aspectos más importantes de la unidad** en diez preguntas, con sus correspondientes respuestas. En ellas no se recogen todos los contenidos, pero sí los puntos sin los cuales el alumno no alcanzaría un aprendizaje significativo con vistas a temas y cursos posteriores.

### ► 4. EVALUACIÓN

La evaluación del alumnado debe ser **continua** (en el sentido de constante), **formativa, integradora y criterial**. Los instrumentos que debemos utilizar servirán para valorar el grado de desarrollo o adquisición de las competencias clave y de consecución de los objetivos de etapa y materia. Los referentes fundamentales son los criterios de evaluación establecidos en el currículo que son además desglosados en los estándares de aprendizaje evaluables. En cada unidad didáctica se especifican cuáles van a ser valorados, sin perjuicio de que algunos de ellos pueden aparecer en varias unidades didácticas debido a su propia formulación genérica o polivalente.

Entre los materiales que utilizaremos para llevar a cabo la evaluación del alumnado destacamos:

- Actividades de iniciación mediante el test de ideas previas.
- Actividades de desarrollo de la unidad (1-34) y finales de consolidación (1-13).
- Actividades para la mejora de las competencias clave: “Sabores” y “Huesos de cristal”.
- Actividades de “La unidad en 10 preguntas”.
- Actividades de la prueba de evaluación final.

De forma genérica, se utilizarán los siguientes instrumentos de evaluación:

- CUA: cuaderno de clase. Revisión del cuaderno de trabajo de clase.
- EOBS-RÚB: escala de observación-rúbrica. Presentación y cumplimentación de las tareas diarias, participación en clase y cuidado y limpieza del material (también del material de laboratorio), actitud correcta y de interés hacia la materia.
- PORT: portfolio. Materiales elaborados por el alumnado a lo largo de la unidad.
- PRE: prueba escrita. Pruebas de evaluación (de contenidos y de competencias).
- PRO: prueba oral. Pruebas de evaluación (de contenidos y de competencias).
- TCOL: trabajo colaborativo. Prácticas de laboratorio, aprendizaje basado en preguntas, proyecto de investigación y representación de hechos.
- TIND: trabajo individual (trabajos a elaborar a lo largo del curso).

Los anteriores **instrumentos** deben ser entendidos como los **medios** que nos proporcionarán las **calificaciones** para valorar los **criterios de evaluación**, que deben ser los que nos ofrezcan los resultados parciales sobre el progreso del alumnado.

Por lo tanto, es necesario realizar una **ponderación** porcentual sobre el valor que cada criterio aportará a la nota final.

Esa ponderación debe partir de la propia experiencia en la práctica docente, ya que algunos criterios son muy específicos y otros son muy genéricos y abarcan contenidos de varias unidades; es lógico por tanto dar a estos criterios un mayor valor que a los primeros.

Los **criterios** se convierten así en el **verdadero referente de la evaluación del alumnado**, no se evalúa el cuaderno o el examen, ni siquiera la unidad didáctica. Las calificaciones deben ser para cada criterio en concreto y ese criterio tiene un valor sobre el total de los trabajados en cada evaluación trimestral y sobre la nota final.

### La unidad en 10 preguntas

1. ¿De qué tipo son los receptores de los órganos de los sentidos? Enumera las variedades.  
Son receptores externos, ya que captan estímulos procedentes del exterior del organismo. Según los estímulos que captan pueden ser: fotoreceptores (estímulos luminosos), mecanoreceptores (estímulos mecánicos), termoreceptores (estímulos térmicos), nociceptores (presión) y quimiorreceptores (estímulos químicos).
2. ¿A qué se debe el poder de acomodación de la vista?  
Se debe a la capacidad que tiene el cristalino de cambiar su forma, lo que permite enfocar objetos según la distancia a la que están para permitir que en la retina se obtenga la imagen de forma adecuada.
3. Explica cuáles son las percepciones relacionadas con el oído.  
Son dos: el equilibrio y la audición. Los dos tipos de percepciones se generan en el oído interno. El equilibrio en el utrículo y el sáculo y el estíptico, y en las canales semi-circulares el dinámico. La audición por la excitación de las células sensoriales del órgano de Corti, localizadas en el caracol, a las que les llegan los estímulos sonoros transportados en forma de vibraciones desde el tímpano hasta la ventana oval por la cadena de huesecillos del oído medio.
4. Nombra las capas de la piel y concreta en cuál de ellas se encuentran los receptores sensoriales que forman el sentido del tacto.  
Las capas de la piel son tres: la epidermis, la dermis y la hipodermis. La capa en la que se encuentran las terminaciones nerviosas responsables de captar los estímulos que dan lugar al sentido del tacto es la dermis. En ella encontramos los corpúsculos de Vater-Pacini (presión), de Ruffini (tacto), de Krause (frot), de Meissner (textura) y las terminaciones libres (dolor).
5. ¿Cuál es la diferencia fundamental entre la mucosa pituitaria roja y la amarilla, con respecto a su función?  
La mucosa pituitaria roja tiene abundantes vasos sanguíneos y es la encargada de limpiar, humedecer y calentar el aire inspirado, en la cavidad hacia los pulmones. En cambio, la mucosa pituitaria amarilla es la encargada de la percepción de los olores, ya que en ella hay abundantes terminaciones nerviosas conectadas al nervio olfatorio, que actúan como quimiorreceptores para detectar las moléculas que provocan los estímulos olorosos.
6. ¿Cuántos sabores básicos hay? ¿Con qué otro sentido está muy relacionado el sentido del gusto?  
Actualmente reconocemos la existencia de cinco sabores básicos: salado, dulce, amargo, ácido y umami. El sentido del gusto está muy relacionado con el del olfato. Los dos son captados gracias a la actividad de quimiorreceptores y sabemos que la percepción del sabor de una sustancia puede cambiar en ambientes olorosos diferentes.
7. En la siguiente imagen se observan osteonas. ¿De qué tipo de tejido es la unidad estructural? ¿Dónde podemos encontrar ese tipo de tejido?  
Las osteonas son las unidades estructurales del tejido óseo compacto. Lo podemos encontrar formando la capa dura que forma y rodea a todos los tipos de hueso.
8. Explica la diferencia entre tendones y ligamentos. ¿Cuáles de ellos están relacionados con los esguinces?  
Tanto tendones como ligamentos están formados por tejido conjuntivo, pero mientras que los tendones son estructuras que unen los músculos con los huesos y transmiten el movimiento de estos, los ligamentos unen y estabilizan los huesos en las articulaciones. Los esguinces afectan a los ligamentos.
9. Elabora un esquema de los tipos de palancas musculares en función de dónde se sitúan el punto de apoyo, el punto de potencia y el punto de resistencia.
10. ¿Qué aconsejarías hacer a una persona de tu edad para prevenir daños en su aparato locomotor?  
Hacer ejercicio físico habitualmente, llevar una dieta equilibrada y rica en calcio, fósforo y vitamina D, evitar el sobrepeso, no llevar la mochila demasiado cargada, adoptar posturas adecuadas tanto al caminar como en clase y usar calzado y ropa adecuada para la actividad que vaya a realizar.

Unidad 5. Función de relación II: receptores y efectores