

C5 ¿Qué funciones tiene la piel? – La piel, órgano de los sentidos

Los experimentos propuestos pueden ser realizados por ocho grupos de alumnos como máximo. Estos experimentos son idóneos para abordar el sentido del tacto, un tema de la fisiología de los sentidos. En las instrucciones para los profesores encontrará indicaciones para combinar los experimentos con el material didáctico así como sugerencias para profundizar en el tema.

1 Pregunta central

Mediante tres experimentos parciales se responde a la pregunta de cuáles son las funciones de la piel relativas al sentido del tacto y de percepción de la temperatura.

- En el experimento parcial 1 los alumnos y alumnas experimentan en su propio cuerpo que las diferentes áreas de la piel son más o menos sensibles al tacto. Las variaciones individuales de la sensibilidad de la piel que irán descubriendo es algo que conocen los alumnos y alumnas de la vida cotidiana, p. ej., que algunas personas tienen cosquillas en ciertas partes del cuerpo mientras que otras no las tienen o tienen menos.
- Los experimentos 2 y 3 abordan la función de los receptores térmicos. El experimento parcial 2 resalta el diferente número de receptores de frío y calor en una zona de la piel determinada. El objetivo del experimento parcial 3 es mostrar que la piel no registra temperaturas absolutas sino diferencias de temperatura. En la vida cotidiana, este fenómeno se usa cuando, p. ej., nos duchamos con agua fría antes de ir a nadar para que la temperatura del agua nos parezca más caliente.

Además, los experimentos parciales 2 y 3 hacen que los alumnos y alumnas tengan que trabajar de forma metodológicamente correcta, p. ej., al preparar el agua a determinadas temperaturas o cuando “trabajan” la piel exterior del dorso de la mano.

2 Integrar el experimento en el contexto educativo

2.1 Base científica

2.1.1 Estructura de la piel

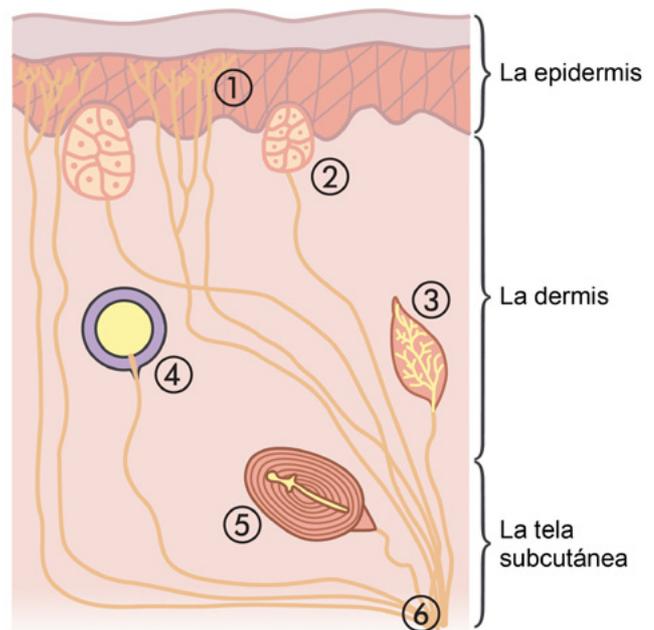
La piel es el mayor órgano del cuerpo humano, ocupando aproximadamente de 1,5 a 2 m², y cumple múltiples funciones. La piel ...

- es un importante órgano de los sentidos, que permite percibir el frío, el calor, el tacto, la presión y el dolor.
- regula la temperatura corporal (al modificar la amplitud de los vasos sanguíneos así como por medio de la transpiración).
- protege al cuerpo de agentes tóxicos del entorno (entre otros, de la radiación, los agentes patógenos o los efectos mecánicos).
- almacena grasas.
- elimina sustancias (sudor, sebo).
- permite reconocer las emociones (empalidecer, ruborizarse, etc.).

En general, la piel se puede subdividir en tres capas:

- La epidermis
- La dermis
- La tela subcutánea

Las terminaciones nerviosas y los corpúsculos que dan la sensación de dolor, presión o temperatura se encuentran siempre en determinadas capas de la piel.



- ① Receptor de dolor (terminaciones nerviosas libres)
- ② Corpúsculos táctiles de Meissner
- ③ Receptor de calor
- ④ Receptor de frío
- ⑤ Receptor de vibración (corpúsculo de Vater-Pacini)
- ⑥ Fibras nerviosas conductoras de excitación

Fig. 1: Los receptores de la piel.

2.1.2 Sensores de la piel

- **Las terminaciones nerviosas libres:** Responden a estímulos generados por el dolor, picor y cosquilleo. Dado que la sensación de dolor es vital para la supervivencia, estas terminaciones nerviosas llegan hasta la epidermis, a fin de que el ser humano sienta lo más posible cada sensación de dolor. En un cm² hay hasta 170 de esas terminaciones nerviosas. Esto explica la razón de que aparte de las zonas en las que hay callosidades gruesas no haya zonas de la piel que no sientan el dolor en la superficie. En cambio, en las zonas insensibles al dolor a nivel superficial hay receptores situados a mayor profundidad que dan la sensación de sustancias que se liberan al dañarse los tejidos.
- **Corpúsculo táctil de Meissner:** Responden a los cambios de presión y, por lo tanto, al contacto y a las fuerzas de corte. Están presentes especialmente en las yemas de los dedos y en la mucosa bucal, es decir, en lugares en los que se produce la primera comprobación de objetos y sustancias del entorno. Por otro lado, presentan menor densidad en la zona de la espalda. Los corpúsculos de Meissner llevan la información sobre las propiedades de la superficie de los objetos, lo que desempeña un papel decisivo al realizar el experimento parcial 1. Existen otros corpúsculos táctiles.

- **Receptores de frío:** Están presentes en la parte superior de la dermis y desencadenan la sensación de frío. A diferencia de un termómetro, no miden la temperatura en términos absolutos sino las diferencias de temperatura. Reaccionan con temperaturas descendentes y desencadenan la sensación de frío. Alcanzan la máxima sensibilidad a una temperatura exterior de aprox. 25 °C. Están presentes hasta 8 veces por cm² en el dorso de la mano y hasta 20 veces por cm² en la lengua.
- **Receptores de calor:** Están presentes también en la dermis. Reaccionan a los aumentos de temperatura y, por lo tanto, toman parte en la percepción del calor. En el dorso de la mano existen en promedio menos de una vez por cm². En general, son mucho más escasos que los receptores de frío.
- **Codificación de la frecuencia de las señales nerviosas:** Los dos termorreceptores envían constantemente impulsos al hipotálamo. Para ello, los receptores correspondientes envían un impulso a las dendritas de la siguiente neurona. A través del cuerpo celular, el impulso se traslada al axón que lo transmite a los bulbos terminales de la neurona. De allí un transmisor transfiere el impulso a la neurona vecina. De esta forma se lleva la información al cerebro. La frecuencia de los impulsos depende de la temperatura. Mediante los estímulos de frío y calor, los receptores de calor y de frío modifican la frecuencia de los impulsos: Los receptores de frío liberan más potencial de acción por unidad de tiempo a medida que la temperatura disminuye. Los receptores de frío liberan más potencial de acción por unidad de tiempo a medida que la temperatura disminuye. Después de un cierto tiempo las frecuencias de los potenciales de acción de los receptores de frío y calor se adaptan a la temperatura exterior. Sólo cuando la temperatura vuelve a cambiar (en el experimento parcial 3 al introducir las dos manos en una fuente mediana con agua tibia) se vuelve a sentir un cambio en la temperatura. Se dan nuevamente más potenciales de acción y los receptores de la “mano caliente” dan la sensación de agua más fría, los de la “mano fría” dan la sensación de agua más caliente.
- **Receptores de vibración (corpúsculos de Vater-Pacini):** Intervienen en la percepción de las vibraciones rápidas y reaccionan a los cambios en la forma de la piel. Están presentes, en general, en la capa que se encuentra entre la dermis y la tela subcutánea.

2.1.3 Vinculación con la vida real de los alumnos y alumnas e integración en clase:

En la vida real de los alumnos y alumnas de 12 a 14 años se percibe la “piel” por lo general como una capa homogénea que rodea el cuerpo. No suelen ser conscientes de que la piel tiene una estructura en varias capas. Con frecuencia, sólo cuando los jóvenes empiezan a utilizar productos para el cuidado de la piel y cosméticos despierta su interés por la estructura y la función de su piel. Es importante contrarrestar en clase las informaciones parciales y medio verdades que divulga la industria, explicando la multiplicidad de funciones de la piel, que es mucho más que un mero material que sirve para utilizar productos cosméticos.

Los experimentos se pueden realizar o bien sin conocimientos previos de los alumnos, es decir, de forma puramente demostrativa, con el objetivo de iniciar las cuestiones de los alumnos y alumnas (“¿Por qué noto aquí tan bien la rugosidad de la lija esmeril y allí tan mal?”, “¿Por qué el agua tibia la siento fría en una mano y caliente en la otra?”) Sobre esta base se puede seguir profundizando para estudiar la estructura de la piel.

Otra alternativa consiste en que las informaciones sobre la estructura y la función de las capas de la piel se aborden antes en clase, de forma que los alumnos y alumnas conozcan la estructura de la piel en tres capas así como la presencia de diferentes receptores de las sensaciones en la piel.

Entonces, estos experimentos sirven de demostración o de aplicación de conocimientos teóricos ya adquiridos con anterioridad.

2.2 Relevancia en el plan de estudios

Es conveniente realizar los experimentos en función de la forma en que se integren en el contexto didáctico (véase el punto 2.1.3), para los grupos de edad a partir de los 12 o 15 años. El conocimiento detallado de la función de diferentes receptores de presión y termorreceptores, así como su dependencia neurológica, se asigna al grupo de mayor edad.

Los contenidos tratados tienen que ver exclusivamente con la asignatura de Biología.

Temas y terminología: La epidermis, la dermis, la tela subcutánea, la sensibilidad, los receptores, los receptores de dolor, los corpúsculos táctiles de Meissner, los receptores de frío, los receptores de calor, los receptores de presión (corpúsculos de Vater-Pacini), las terminaciones nerviosas libres, los potenciales de acción, las dendritas, el cuerpo celular, el axón, los bulbos terminales, el transmisor

2.3 Conocimientos a adquirir

Los alumnos y alumnas ...

- conocen la estructura en tres capas de la piel.
- pueden nombrar las estructuras de la piel humana, responsable de reaccionar con estímulos de contacto o temperatura.
- preparan los aparatos y materiales necesarios para el experimento de forma segura.
- representan los puntos que dan la sensación de calor y frío con colores sobre la piel.
- determinan la cantidad de puntos receptores de calor y frío en una zona definida de la piel.
- describen las sensaciones cambiantes de calor y frío durante el transcurso del experimento.
- determinan la duración de ciertas sensaciones térmicas de ambas manos.
- explican cómo se tienen sensaciones térmicas aparentemente diferentes en las dos manos.
- comparan sus resultados de trabajo con los de los demás alumnos y alumnas.

2.4 El experimento en el contexto explicativo

2.4.1 Experimento parcial 1: ¿Cómo reacciona la piel al tacto?

El experimento muestra que los corpúsculos del tacto están presentes en diferentes zonas de la piel con diferente frecuencia. Mientras que en las yemas de los dedos y en los labios se es muy sensible al tacto, no sucede lo mismo en la espalda. Al mismo tiempo, es posible constatar variaciones individuales entre las diferentes personas que participan en el experimento. Si se hacen dos rondas se puede verificar qué zonas de la piel sólo pueden registrar diferencias más gruesas (la lija esmeril con una granulación de 60 y 120) y más finas (la lija esmeril con una granulación de 80 y 100) (véase también el punto 3.1).

2.4.2 Experimento parcial 2: ¿Cómo percibe la piel el frío y el calor?

Los alumnos y alumnas aprenden que en el dorso de la mano la densidad de los receptores de frío es considerablemente superior a la de los receptores de calor. Es interesante hacer la experiencia de probar en el propio cuerpo que no toda la piel siente el frío o el calor, sino que sólo ciertos puntos determinados sienten estas sensaciones.



Fig. 2: Ejemplo del resultado del experimento parcial 2.

2.4.3 Experimento parcial 3: ¿Cómo diferencia la piel las temperaturas?

En el experimento parcial 3 se explica que los receptores de frío y calor no registran las temperaturas en términos absolutos sino sólo las diferencias de temperatura. Tanto los receptores de calor de la mano izquierda como los receptores de frío de la mano derecha al principio del experimento llevan al cerebro más potenciales de acción. Después de un tiempo de adaptación (unos minutos) las frecuencias de los potenciales de acción de los receptores de frío y de calor se adaptan y disminuyen. Sólo al volver a introducir las manos en la fuente del medio con agua tibia vuelve a haber una diferencia de temperatura en ambas manos. La frecuencia de los potenciales de acción vuelve a aumentar en ambas manos y provoca la sensación de frío o calor en la piel. Dado que los receptores térmicos no transmiten la temperatura en términos absolutos sino sólo las diferencias de temperatura, el agua tibia se siente fría en la mano que antes estaba caliente y caliente en la mano que antes estaba fría. La sensación térmica de la mano que sale del agua caliente continúa durante más tiempo que la de la mano "fría", porque, por un lado, tenemos más receptores de frío en las manos y, por el otro, los receptores de frío se adaptan más rápidamente que los receptores de calor. Probablemente el frío representa en la evolución del ser humano una mayor amenaza que el calor.

2.5 Variantes de ejecución

Los tres experimentos parciales sirven para trabajar de a dos. Asimismo, es posible organizar un aprendizaje por etapas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el experimento parcial 2 requiere un cierto nivel de concentración por parte del sujeto de experimentación, de forma que debería evitarse en la medida de lo posible que los demás alumnos y alumnas lo distraigan. De forma complementaria al experimento parcial 1 se puede constatar mediante un experimento sencillo a qué distancia se encuentran los sensores del tacto. Para ello un alumno o alumna puede colocar con cuidado dos puntas de un clip de papel abierto sobre la piel del sujeto de experimentación, acortando las distancias un poquito cada vez. Así se puede comprobar a qué distancia de las dos puntas el sujeto de experimentación sólo siente un punto de contacto, es decir, que ya no puede distinguir entre dos contactos separados. Este experimento lleva según la zona del cuerpo a resultados muy dispares (véase 2.1.2).

Para ahorrar tiempo durante la clase es posible realizar el experimento parcial 2 sólo en una zona limitada del dorso de la mano. Con este fin, se le dibuja sobre el dorso del sujeto de experimentación una superficie de, p. ej., 3x3 cm (nueve cuadrados de 1x1 cm). Entonces se puede ir “trabajando” sistemáticamente en cada uno de los nueve cuadrados.

El experimento parcial 3 es más impresionante cuanto más diferentes sean las temperaturas en las fuentes que están a la izquierda y a la derecha.

3 Informaciones adicionales sobre el experimento

Para preparar y/o profundizar este experimento encontrará información complementaria en el Portal de Medios de la Siemens Stiftung:

<https://medienportal.siemens-stiftung.org>

4 Observaciones sobre la realización del experimento

4.1 Lugar en el que se realiza el experimento

El experimento se puede realizar en cualquier aula de clase.

4.2 Tiempo necesario

	preparación y realización	evaluación, preguntas
Experimento parcial 1	20 min.	15 min.
Experimento parcial 2	30 min.	15 min.
Experimento parcial 3	10 min.	15 min.

4.3 Advertencias de seguridad

Los experimentos sólo pueden ser realizados bajo la vigilancia del profesor o de la profesora. Hay que advertir a los alumnos y alumnas que los materiales suministrados sólo se deben utilizar siguiendo las instrucciones correspondientes.

En estos experimentos tenga en cuenta los siguientes peligros y llame la atención de los alumnos y alumnas a este respecto:

- Hay peligro de quemaduras y de incendio al trabajar con fuego.
Antes de utilizar por primera vez los encendedores el profesor o la profesora tiene que controlar que funcionen bien, especialmente para regular la altura de la llama.

- En el experimento parcial 2 hay que procurar que el clavo no se caliente demasiado para no ocasionar heridas.
- Procure que los materiales y aparatos no se dañen a causa del agua.
- Los alumnos y alumnas deberían tener dentro de lo posible mucho lugar en sus mesas, de forma que en los experimentos 2 y 3 se pueda evitar que se derrame agua sin querer.
- En el experimento parcial 3 el agua en la fuente con agua caliente (la fuente de la izquierda) no debería exceder la temperatura indicada de como máx. 45 °C, para evitar quemaduras. ¡Por favor utilicen el termómetro!

4.4 Aparatos y materiales

A adquirir o preparar previamente:

Por grupo de alumnos:

- 1 pañuelo o bufanda para tapar los ojos
- 1 pequeña fuente para sumergir un clavo en agua bien fría
- 3 fuentes grandes para llenarlas con agua e introducir las manos
- agua caliente (aprox. 45 °C) y fría, eventualmente cubitos de hielo.
En caso de que en el aula no se disponga de una llave de agua para obtener el agua caliente, el profesor o la profesora debería prepararla con un hervidor y poner a disposición en la temperatura correcta.
- 1 rotulador azul y otro rojo
- 1 toalla para secarse las manos
- 1 reloj
- un encendedor (de ser posible un encendedor de cocina) o fósforos.

Incluido en el suministro:

Los aparatos y materiales entregados son suficientes para que **ocho** grupos de alumnos realicen el experimento en paralelo.

Los materiales y aparatos importantes para la seguridad deben ser controlados antes de entregárselos a los alumnos y alumnas para comprobar que funcionen correctamente.

Para **un** grupo de alumnos se requieren los siguientes materiales de la caja:

material	cantidad
clavo (de acero, "hierro")	1x
fuelle o recipiente de plástico	1x
papel de lijar granulaci3n 60, 80, 100, 120	para cada clase una 1 hoja
term3metro digital*	1x
tijera	1x
velita de t3	1x

*Antes de utilizarlo la primera vez, quitarle la capa protectora de pl3stico. Para prender el term3metro oprimir el bot3n "on/off". Despu3s de realizado el experimento volver a apagar el term3metro presionando nuevamente el bot3n "on/off". Al presionar el bot3n "C/°F" se puede cambiar la escala de temperatura de grados cent3grados a Fahrenheit.



Fig. 3: Aparatos y materiales incluidos en el suministro para un grupo de alumnos.

4.5 Poner orden, eliminar residuos, reciclar

Todos los aparatos y casi todos los materiales suministrados en la caja se pueden reutilizar. Por ello debería asegurarse de que al concluir cada experimento coloquen todo nuevamente en la caja correspondiente. Así estará seguro de que Ud. y sus compañeros de trabajo encuentren todo rápidamente cuando lo quieran volver a utilizar.

Los aparatos que se hayan ensuciado al realizar los experimentos, como, p. ej., vasos, recipientes, cucharas, tubos de ensayo, deberían ser limpiados antes de colocarlos en las cajas. Lo más fácil es que los alumnos y alumnas se ocupen de hacerlo al finalizar el experimento.

Además, asegúrese de que los aparatos estén listos para ser utilizados en la próxima ocasión. Por ejemplo, hay que poner a cargar las pilas usadas (También es recomendable cuando no se han usado las pilas desde hace tiempo.).

Los materiales no reciclables como, p. ej., las barritas de medición del valor pH o el papel de filtro, deben ser tirados a la basura correcta.

Los residuos resultantes de este experimento se pueden tirar a la basura normal o por el desagüe.