

PROYECTO NATURA

EN ESTE PROYECTO, LOS PARTICIPANTES HARÁN UN PEQUEÑO VIAJE A NUESTRO SISTEMA NERVIOSO, APRENDIENDO MÁS SOBRE CÓMO PERCIBIMOS EL MUNDO QUE NOS RODEA A TRAVÉS DE LOS SENTIDOS Y CÓMO SOMOS CAPACES DE INTERPRETAR TODA LA INFORMACIÓN QUE RECIBIMOS.

¿QUÉ ES LO QUE SIENTO?

FEBRERO-MAYO 2019
VALENCIA/ALBACETE

PROYECTO NATURA

¿QUÉ ES LO QUE SIENTO?

1. EQUIPO PARTICIPANTE:

ÁREA TEMÁTICA: NEUROBIOLOGÍA					
Título del proyecto: ¿QUÉ ES LO QUE SIENTO?					
	Nombre y apellidos	Centro	Localidad	Teléfono de contacto	Correo electrónico
Alumno/a de la UVEG	ANTONIO SEGOVIA ZAFRA				
Profesor/a de la UVEG	JOSÉ MANUEL MORANTE REDOLAT				
Profesor/a de secundaria	ANTONIO SEGOVIA MOLINA				
Maestro/a de Primaria	MARÍA ISABEL ZAFRA TAPIA				

En el proyecto participaron 16 alumnos de 1º de Bachillerato, y se incluyó la actividad como parte de los contenidos de la asignatura “Anatomía humana”. Estos mismos alumnos fueron los encargados de llevar a dos clases de primaria los diversos experimentos. Se dividió la clase en 2 grupos de 8 personas, y cada uno de los grupos llevó el proyecto a 1º de primaria y a 5º de primaria respectivamente. Cada una de las clases de primaria tenía 25 alumnos.

PROYECTO INTERDEPARTAMENTAL SI/NO: NO

DEPARTAMENTOS QUE INTERVIENEN: CIENCIAS NATURALES

2. OBJETIVOS

2.1 TEMA EN QUE SE ENMARCA EL PROYECTO:

El tema básico en el que se enmarca el proyecto es la **Neurobiología**, en concreto el estudio de los sentidos y su relación con el sistema nervioso. Esto es debido a que esta rama de las ciencias naturales no se suele estudiar con profundidad hasta etapas muy avanzadas de la educación (por ejemplo 4º de carrera en Biología y en Bioquímica y Ciencias Biomédicas).

Bloque temático de primaria y de secundaria:

El tema trabajado en primaria y bachillerato fue el estudio de los sentidos y su relación con el sistema nervioso, llegando a diversos grados de complejidad atendiendo al nivel académico de los alumnos, pero siempre ahondando en la función integradora del cerebro sobre la percepción de todos los sentidos.

2.2 CONCEPTO A TRANSMITIR:

Idea principal: Los sentidos son percibidos constantemente a través de órganos especializados que están localizados por todo nuestro cuerpo. Además, la información recibida es interpretada e integrada en nuestro cerebro.

Palabras clave: Vista, Gusto, Olfato, Tacto, Oído, Cerebro, Sistema Nervioso, Neurona.

2.3 OBJETIVOS:

PRIMARIA:

Objetivos didácticos: Aprender a trabajar en equipo y desarrollar una forma de pensar crítica, propia de un científico.

Objetivos científicos: Aprender que gracias a nuestros sentidos y la información que mandan a nuestro cerebro, conseguimos percibir y distinguir el mundo que nos rodea.

SECUNDARIA:

Objetivos didácticos: Desarrollar un pensamiento crítico a la hora de buscar soluciones a las preguntas planteadas. Se lleva a cabo además un modelo de clase inversa donde los alumnos son los encargados de, a través de lo aprendido mediante la práctica, conseguir llegar a entender diversos conceptos teóricos.

Objetivos científicos: Aprender cómo funcionan los sentidos a un nivel neurobiológico más avanzado del visto en clase, además de aprender también cómo funcionan los movimientos reflejos y la conducción de las diferentes señales desde los sentidos hasta el cerebro.

2.4. COMPETENCIAS BÁSICAS

Competencia básica en ciencia y tecnología, competencia digital, sentido de iniciativa y espíritu emprendedor, aprender a aprender, competencia comunicativa.

3. MATERIALES Y METODOLOGÍA:

Materiales:

Rotulador negro	4 reglas	Pincel con una única cerda	Pie de rey	2 varillas metálicas	Cazos donde enfriar o calentar agua
Lidocaína	Ordenador con el programa REAPER	Auriculares que reproduzcan estéreo	Disoluciones década uno de los 5 sabores	Pipetas Pasteur	Lápices de colores
Caramelos cuyo color no coincida con su sabor	Cartulina de papel	Palitos de madera de colores	Transportador de ángulos	Pelotas de ping pong	Bolsas de plástico
Tarjetas con diversos dibujos sencillos	Goma eva	Objetos con diferentes olores	Diferentes objetos reconocibles por el tacto	Vendas para los ojos	Cubo de pintura
Pelota grande y hueca	Pelota de fútbol	Hielo	Vaso de agua	2 cajas de cartón	Cuerdas

Metodología:

Las metodologías empleadas han sido muy diversas, con el objetivo principal de fomentar la autonomía de los estudiantes a la hora de buscar soluciones, el trabajo en equipo y el desarrollo de un pensamiento crítico, típico del dado durante la labor científica. Además, se trata de transmitir un aprendizaje significativo, asociando la información nueva con la que ya se tiene, y llegando a nuevas conclusiones por sí mismos.

En primer lugar, para promover la autonomía y el pensamiento crítico, el proyecto en la clase de bachillerato se desarrolló siguiendo el método “clase inversa”, ya que se promueve un punto de vista alejado al modelo educativo tradicional. En este modelo, los estudiantes son los protagonistas, puesto que tienen la responsabilidad de llegar a las distintas conclusiones teóricas a partir de las experiencias que ellos mismos han llevado a cabo.

Además, el trabajo tanto en bachillerato como en primaria fue llevado a cabo según la “estrategia carrusel” en la que se potencia el trabajo en equipo, ya que los estudiantes están divididos en 5 grupos de trabajo, centrado cada uno de ellos en una tarea específica, y que rotan a intervalos de tiempo concretos entre los diferentes puestos. Con esta estrategia se potencia además la motivación de los estudiantes y se ayuda a adquirir un aprendizaje independiente y cooperativo.

Para conseguir que el aprendizaje fuese significativo, tanto en la clase de bachillerato como en las dos de primaria, se ha atendido a las guías docentes de las materias pertinentes para cada uno de los cursos (anatomía en el caso del alumnado de primero de bachillerato y ciencias naturales en el caso de los estudiantes de primero y quinto de primaria), y se han adaptado los contenidos de manera que toda la teoría y los nuevos conceptos que se aprendieron durante el desarrollo del proyecto estaban apoyados sobre una base teórica sólida vista en sus respectivas clases.

Lugar y/o requerimientos de espacio:

El proyecto fue desarrollado en varios lugares. Las sesiones con los alumnos de bachillerato se desarrollaron en el laboratorio de ciencias naturales del instituto, ya que dispone del suficiente espacio para poder dividir la clase en 5 lugares de trabajo. alguna de las actividades también fue desarrollada en el patio. En la sesión en primaria el proyecto se llevó a cabo en las clases de 5º y de 1º (previamente reorganizadas para dividir las en 5 lugares de trabajo) y la actividad final fue desarrollada en la entrada del colegio.

4. DESCRIPCIÓN DETALLADA:

1º BACHILLERATO:

Se desarrollan las actividades repartidas en dos sesiones de 3 horas cada una además de una sesión de 1 hora donde se reparten las tareas que se realizarán en primaria y se explica cómo estas se llevarán a cabo.

1ª SESIÓN:

Se divide la clase en 5 grupos de trabajo, divididos según el campo de estudio, en los que se desarrollan una serie de experimentos:

- **EL TACTO (LA PRESIÓN, EL FRÍO Y EL CALOR):**

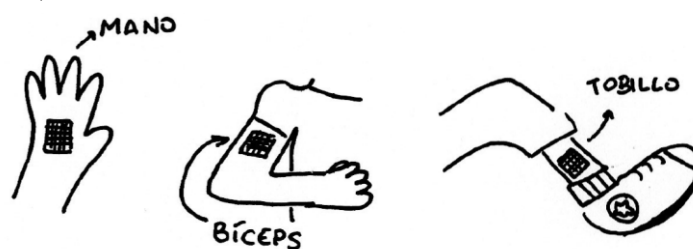
En este puesto de trabajo se llevan a cabo 3 experimentos, relacionados con el tacto y con los sentidos somáticos:

- **Experimento A:** El objetivo de este experimento es comprobar la distancia mínima a la que los alumnos son capaces de distinguir dos puntos separados en el espacio, es decir, determinarán su **capacidad de discriminación táctil espacial**. Para llevarlo a cabo, se realiza la experiencia en la parte del cuerpo deseada, y con las dos puntas del pie de rey juntas, un alumno toca suavemente en la zona elegida de otro alumno que tenga los ojos cerrados y va abriendo milímetro a milímetro el pie de rey hasta que el primero sea capaz de distinguir las dos puntas metálicas sobre su piel. Se repiten tres veces cada medición y se anotan los resultados obtenidos.

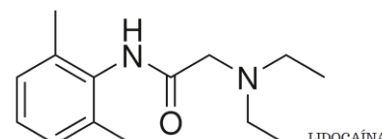


- **Experimento B:** En este experimento, se intenta determinar la **densidad de receptores de calor, frío y presión** que hay en distintas zonas de la piel. Para ello, en primer lugar se ha de dibujar con un rotulador un cuadrado de 5cm² en la zona de la piel deseada, y dividirlo en una cuadrícula de 25 cuadrados. En la libreta se dibuja un cuadrado similar, y a continuación, con un pincel de un único pelo, se toca al alumno (que tendrá los ojos cerrados) en 20 zonas diferentes de la cuadrícula, y se registra el número de toques que han sido detectados. Ahora, se realiza esta misma acción pero con una varilla caliente y con una varilla fría. Finalmente, se puede calcular la concentración de

receptores que hay en esa zona de la piel (número de veces detectado el estímulo / 25 cm²).



- **Experimento C:** Finalmente, se repite el experimento B en una zona en la que se haya aplicado **lidocaína**, un analgésico local (del que previamente se ha de haber recogido una autorización firmada de los padres de que no se posee alergia). Se comparan los resultados obtenidos en el experimento B y C para observar qué acción tiene la lidocaína sobre los receptores de frío, calor y presión.



• EL OÍDO (LA AUDICIÓN Y LA PERCEPCIÓN AUDITIVA):

En este puesto de trabajo se llevan a cabo 2 experimentos, relacionados con la audición y la percepción auditiva:



- **Experimento A:** En este experimento, se escuchan una serie de **pistas de audio en 8D**, y se trata de identificar de donde procede el sonido que se está escuchando. Posteriormente, con el programa "REAPER", los alumnos realizan su propia pista de audio en 8D, explotando todas las posibilidades que ofrece el programa.

- **Experimento B:** A continuación, con los ojos cerrados, un alumno ha de tratar de identificar **de dónde provienen las palmas** que dé alguno de sus compañeros.

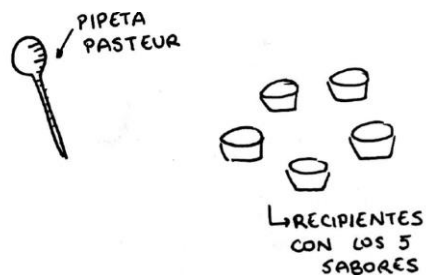


El objetivo es comparar cómo se detectan los sonidos en un entorno 8D con auriculares y en un entorno real donde el sonido proviene de una fuente verdaderamente alejada del alumno.

- **EL GUSTO (EL MAPA DE SABORES Y LA DETECCIÓN DEL SABOR):**

En este puesto de trabajo se llevan a cabo 2 experimentos, relacionados con la detección de sabores:

- **Experimento A:** El objetivo de este experimento es dibujar el **mapa de sabores** del alumno y compararlo con el de sus compañeros. Para ello, con una pipeta Pasteur, se toman unas gotas de preparados de cada uno de los sabores y se van soltando en diferentes zonas de la lengua. Cuando se detecte el sabor, se anota en el cuaderno, dibujando finalmente el mapa con los 5 sabores sobre un dibujo de la lengua.



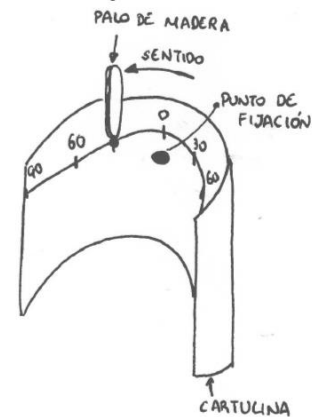
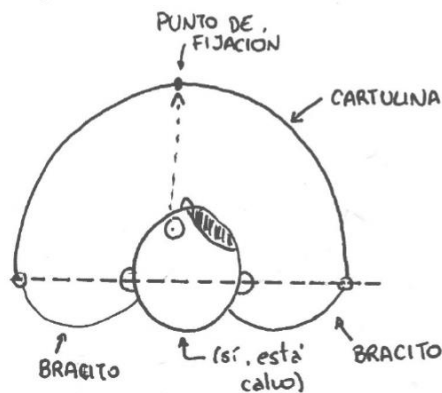
- **Experimento B:** En este experimento, el objetivo es comprobar **qué sentidos están implicados en la detección de los sabores**. Para ello, se pueden utilizar caramelos que posean un color que no se corresponda con su sabor (el sabor de estos es más difícil de identificar), y pueden probarse diferentes alimentos en ausencia de algunos sentidos, como por ejemplo tapando la nariz o los ojos.

- **LA VISTA (LA VISIÓN Y EL CAMPO VISUAL):**

En este puesto de trabajo se llevan a cabo 3 experimentos, relacionados con la visión y el campo visual:

- **Experimento A:** El objetivo de este experimento es determinar el **campo visual** del alumno. Para ello, se rotula una cartulina con 180°, y se dibuja un punto central (punto de fijación). A continuación, se coloca un antifaz sobre uno de los ojos, y se sujeta la cartulina alrededor de la cabeza. Otro alumno ha de sujetar un palito de madera desde el extremo de la cartulina y moverlo hacia el punto de fijación, desde el lado izquierdo primero y desde el derecho

a continuación. Se apuntarán los grados a los que se detecta el objeto desde cada lado y se repite el procedimiento con el otro ojo. También se realizarán las mediciones con la cartulina en vertical, para comprobar el ángulo del campo visual en este eje.



- **Experimento B:** En este experimento, se comprueba la capacidad del alumno para distinguir **formas y colores en el espacio**. Debido a los diversos fotorreceptores localizados en la retina, las formas se detectan antes que los colores. Por ello, se repetirá el procedimiento del Experimento A, pero utilizando en este caso palitos de distintos colores. El alumno dirá en qué punto detecta la forma del palito y en cuál el color, y se anotará para dibujar posteriormente un mapa del campo visual sobre el que se represente en ángulo de visión de las formas y de los colores.
- **Experimento C:** Finalmente, el alumno comprueba la existencia de un **punto ciego** dentro del campo visual, utilizando un folio en el que estén marcadas las letras "D" y "I". El alumno se tapa uno de los dos ojos, y mira a la letra correspondiente al ojo destapado ("D" para el ojo derecho e "I" para el ojo izquierdo). A continuación aleja su cabeza lentamente del folio hasta que la letra a la que no está mirando desaparezca de su visión. Se anota qué es lo que percibe el alumno.

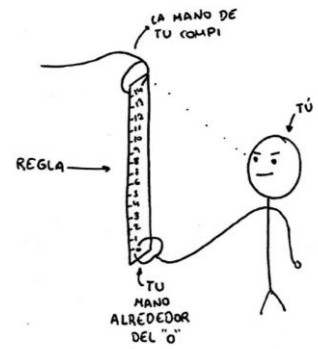
D

I

• **REFLEJO VS. REACCIÓN (¿QUÉ SON Y EN QUÉ SE DIFERENCIAN?):**

En este puesto de trabajo se llevan a cabo 4 experimentos, relacionados con los reflejos y la velocidad de reacción:

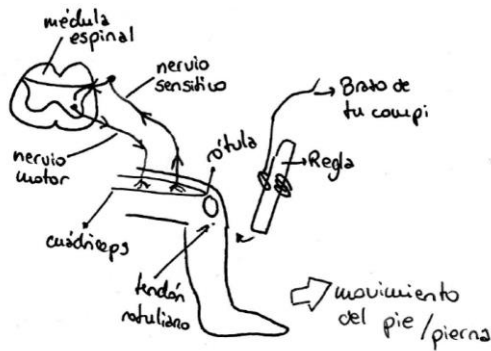
- **Experimento A:** El objetivo de este experimento es comprobar la **velocidad de reacción visual**. Para ello, un alumno rodea una regla con una de sus manos, alrededor del punto "0 cm". Otro alumno deja caer esta regla y el primero debe intentar cogerla lo más rápido posible. Se repite la experiencia dos veces y se anota el valor en cm al que se ha agarrado la regla. A continuación, se repite el experimento pero con dos reglas, utilizando ambas manos, y se anotan los resultados.



- **Experimento B:** Para este experimento, se comprueba la **velocidad de reacción auditiva**. Un alumno se venda los ojos y rodea una regla en el punto "0 cm". A continuación, el compañero que sujeta la regla dirá "ya" a la vez que suelta la regla. El primer alumno ha de intentar coger la regla lo más rápido posible tras oír el sonido. Se repite la experiencia dos veces y se anotarán los valores obtenidos.

- **Experimento C:** En este caso, el objetivo es medir la **velocidad de reacción táctil**. Para ello, un alumno con los ojos vendados rodea una regla en el punto "0 cm", y otro alumno, que sujeta la regla, toca en el hombro al primero al mismo tiempo que deja la regla caer. El alumno vendado intenta coger la regla lo más rápido posible tras notar el toque en el hombro. Se repetirá la experiencia dos veces y se anotarán los resultados obtenidos.





– **Experimento D:** Finalmente, se comprueba el funcionamiento y la velocidad del **reflejo rotuliano**. Para ello, con una regla o con la mano un alumno da a otro un pequeño golpe seco en el tendón rotuliano (justo por debajo de la rótula) y se describe lo que ha ocurrido.

2ª SESIÓN:

Durante la segunda sesión, los alumnos no se dividen en grupos concretos, sino que la clase en conjunto realiza las actividades propuestas. El objetivo en esta sesión es que a partir de diversas experiencias y mediante la guía del profesor los alumnos lleguen a sacar sus propias conclusiones de cómo y por qué ocurrían todos los fenómenos observados durante la primera sesión.

- **TACTO:**

En primer lugar, se explican básicamente los tipos de receptores sensitivos que hay en la piel y cómo están distribuidos. A continuación, se introduce el concepto de “campo receptivo” de un receptor sensitivo, y se invita a los alumnos a intentar explicar por qué había puntos donde a pesar de que dos puntas metálicas estaban sobre la piel, el alumno sólo era capaz de detectar un único punto de presión. Para ayudarles, se realiza una actividad práctica: Un alumno se coloca en un punto de la clase, enfrente a otros dos alumnos, y les lanza dos pelotas de ping pong (representando las puntas del pie de rey). Cuando las pelotas sean recogidas por un único receptor (representado por el alumno), querrá decir que el estímulo se ha detectado como un único punto de presión, mientras que si las pelotas son recogidas por los dos receptores (los dos alumnos), se habrán detectado las dos puntas del pie de rey.

A continuación, se explica qué es el “homúnculo de Penfield”, una representación de la corteza cerebral donde se indica el lugar ocupado por cada órgano y sentido en el cerebro, siendo más sensibles las zonas con mayor área. Los alumnos intentarán decir en base a su experiencia qué zonas son más o menos sensibles al calor, frío y presión y por qué creen que lo son. Una de las zonas más sensibles es por ejemplo la boca y los labios debido al habla, y unas de las zonas menos sensibles son los hombros.

Con la lidocaína se tratará de decir si afecta a todos los tipos de estímulos (calor, frío y presión) por igual y por qué creen que ocurre esto. Mostrando un dibujo de la ruta de

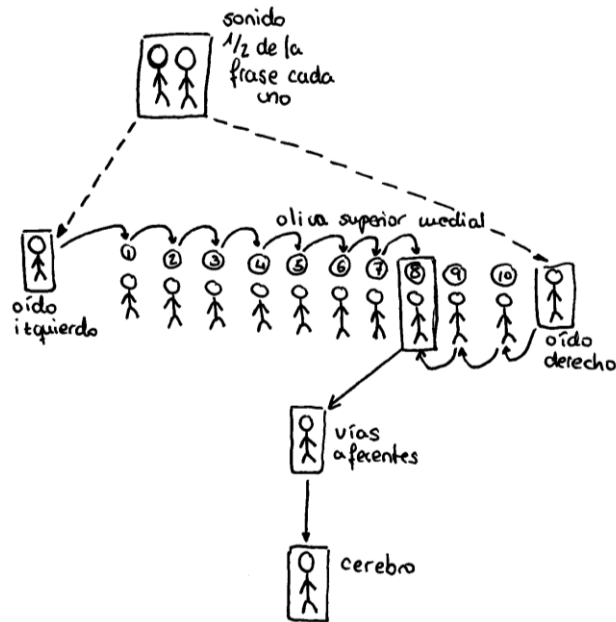
transmisión de la señal desde que notas un estímulo hasta que se reacciona a él, los alumnos tratarán de deducir en qué parte de la ruta interactúa la lidocaína. Han de llegar a la conclusión de que al tratarse de un anestésico local, afecta superficialmente a los receptores localizados en la superficie (se espera que en el experimento realizado en la sesión anterior hayan detectado un número menor de estímulos al tratar con lidocaína). Sin embargo, hay que destacar que la lidocaína actúa sobre todo sobre los nociceptores (receptores del dolor), los cuales no se evalúan en la primera sesión, por lo que los resultados pueden no ser muy acentuados.

- **OÍDO:**

Para explicar qué ocurre con el sonido 8D y cómo funciona la localización espacial de los sonidos, se ha de explicar cómo funciona de forma sencilla la transmisión del sonido por el oído, cómo se da la despolarización de las células ciliadas y cómo estas mandan un impulso por los nervios aferentes que van al encéfalo. A continuación, se enseña un diagrama de la oliva superior medial, el centro de integración de los sonidos recibidos por ambos oídos que dependiendo de a qué zona llegue simultáneamente la información de los dos oídos, el cerebro es capaz de interpretar el origen del sonido. Se pregunta antes de la explicación a los alumnos si alguno es capaz de predecir cuál es el funcionamiento de este centro mirando el esquema.

Para explicarlo de una forma práctica, se reparten varios papeles entre todos los alumnos: dos de ellos serán el sonido, otros dos los oídos y nervios auditivos derecho e izquierdo respectivamente, uno será las vías aferentes que salen de la oliva superior medial, otro será el cerebro y el resto serán neuronas de la oliva superior medial. En primer lugar, se colocan en línea en el centro de la clase todas las personas que tienen el papel de oliva superior medial y a ambos lados las que tienen función de oído y nervios auditivos. Enfrentado a ellas, se sitúa el alumno que representa las vías aferentes y un poco más adelante el que representa el cerebro, que tendrá los ojos tapados. A continuación, las personas que representan el sonido se ponen de acuerdo para llevar media frase a cada uno de los oídos. Se colocan en el punto que ellos elijan de la clase y comienzan a andar con el mismo ritmo hacia los oídos. En el momento en el que el cualquiera de los dos llegue a su oído correspondiente, ha de transmitirle su mitad frase, que a su vez este transmitirá a la primera neurona de la oliva superior medial, que la transmitirá a la siguiente y así sucesivamente. Mientras tanto, la otra persona llegará al otro oído y se repetirá el proceso. La primera neurona que consiga tener la frase completa ha de transmitirla a las vías aferentes, que finalmente le dirán al cerebro cuál

era la frase y qué neurona ha sido la que ha recibido toda la información. Finalmente, el cerebro, con esta información ha de ser capaz de interpretar cuál era la procedencia del sonido.



Atendiendo al esquema representativo, si el cerebro recibe por ejemplo la frase completa de la neurona 8, puede interpretar que el sonido venía aproximadamente de una posición posterior a la neurona 2.

Una vez completada la práctica, se vuelve al esquema de la oliva superior medial y se insta a los alumnos a volver a intentar explicar cómo somos capaces de distinguir la procedencia espacial de los sonidos.

• GUSTO:

Con este sentido comenzaremos explicando qué son las papilas gustativas y cómo son los diferentes receptores de cada uno de los sabores. Una vez explicados, un alumno sale a la pizarra y, con los datos que vayan proporcionando sus compañeros intentará dibujar un mapa global de los sabores. Esto será una tarea muy difícil, puesto que cada alumno tendrá su propio mapa de sabores y normalmente no habrá demasiadas coincidencias. El resultado es normalmente un mapa donde todas las regiones son capaces de reconocer todos los sabores, siendo algunos claramente más representativos en unas zonas que en otras. Por ejemplo, la punta de la lengua suele ser muy sensible a los sabores dulce, salado y umami.

A la hora de explicarlo, los alumnos han de llegar a la conclusión de que cada lengua es diferente, y que hay receptores de todos los sabores repartidos por toda la superficie de la lengua, estando más o menos concentrados en unos u otros lugares.

A continuación, se enseñan a los alumnos diversas imágenes de comida, y ellos tratan de identificar qué sentidos son los que están implicados en el proceso de comer, ya que según lo visto anteriormente, con la lengua únicamente somos capaces de distinguir

cinco sabores y sin embargo sabemos diferenciar muchísimos más. Los alumnos han de llegar a la conclusión de que cuando comemos, el concepto de sabor más abstracto viene dado por la suma de todos los sentidos que intervienen en este proceso, desde la vista hasta el gusto, pasando por el olfato, el oído y el tacto: Lo primero que hacemos es observar qué es lo que nos vamos a comer e imaginar a qué va a saber. A continuación con la boca mientras lo masticamos estamos escuchando el ruido que hace en nuestra boca, estamos notando la textura que tiene el alimento, estamos saboreándolo y además está participando el olfato (es muy fácil comprobar la implicación del olfato, puesto que con la nariz tapada la mayoría de los alimentos pierden prácticamente todo su sabor).

- **VISTA:**

Para comenzar a explicar lo ocurrido en la sesión anterior, en primer lugar un alumno dibujará el campo visual (únicamente en el eje horizontal) representando los límites de la visión de formas y de colores, añadiendo además donde piensa que se localiza el punto ciego.

A continuación, se da una breve introducción a cuáles son las células receptoras del ojo (conos y bastones), cómo estas mandan su información a las células bipolares y ganglionares y cómo están repartidas en la retina. Se ha de hacer hincapié en el hecho de que cada cono sinapta con una única célula bipolar y ganglionar con la que hace sinapsis, mientras que los bastones convergen, transmitiendo varios de ellos la información a una misma célula bipolar y ganglionar.

Para explicar por qué se detectan antes las formas que los colores, se procede a hacer una experiencia práctica. Se reparten de nuevo papeles entre los alumnos: Uno de ellos será la luz, unos cuantos serán conos y bastones, otros tantos serán células bipolares/ganglionares y finalmente un alumno será el nervio óptico. Se han de colocar siguiendo el esquema de la retina, la luz enfrentada al resto de alumnos, los conos y los bastones alineados, en el centro de ellos aproximadamente el nervio óptico y entre estos y la luz, las células bipolares/ganglionares. La persona encargada de ser la luz, lanzará pelotas de ping pong naranjas y blancas hacia el resto de sus compañeros. Las bolas naranjas representan las longitudes de onda que son capaces de percibir los conos y las blancas los bastones. Los conos y bastones recibirán estas pelotas y se las pasarán a unas bolsitas que tendrán las células bipolares (hay que repartir a los alumnos de manera que cada cono sólo le entregue pelotas a una célula bipolar/ganglionar y varios bastones se las entreguen a una única célula

bipolar/ganglionar). Cuando hayan recibido todas las pelotas, se las darán al nervio óptico, que sería el encargado de llevar esta información hacia el cerebro.

Ahora de vuelta en la clase, observando el esquema realizado anteriormente, los estudiantes han de ser capaces de describir cómo están repartidos los conos y los bastones sobre el esquema de su campo visual y también explicarán por qué poseemos un punto ciego. Finalmente, se puede discutir acerca de si es peligroso o no tener un punto ciego, ya que a pesar de que en una visión al frente este punto es compensado por la visión del otro ojo, hay situaciones (como mirar por un retrovisor) en las que únicamente estamos observando con un ojo y hay una zona en la que no tendremos visión.

- **REFLEJO VS. REACCIÓN:**

En esta última explicación, se comenta que a pesar de que la velocidad de conducción de la señal nerviosa es sumamente rápida, dependiendo de los circuitos por los que ha de pasar hasta que se da la respuesta, el tiempo que se tarda en responder a un estímulo es mayor o menor.

Se muestra a los alumnos un esquema de las neuronas implicadas (básicamente) en responder a un estímulo visual, auditivo, táctil y qué circuitos están implicados en la respuesta del reflejo rotuliano. A continuación, se les pregunta por los resultados obtenidos en la sesión anterior para comprobar si concuerdan los tiempos de reacción mayores con aquellos circuitos que impliquen un número de pasos mayor para elaborar la respuesta.

Además, es importante recalcar que los seres humanos somos capaces de aprender, y por ello la mayoría de veces que se han repetido los experimentos, los alumnos han sido capaces de coger la regla antes.

A continuación, se realiza la última experiencia práctica, en la que los alumnos representarán las diferentes neuronas implicadas en cada uno de los circuitos. Un alumno cronometrará el tiempo que tarda la señal en viajar desde que se da el estímulo hasta que se produce la respuesta, y lo que ha de suceder es que, como ya habrán deducido, aquellos recorridos que sean más largos o que impliquen un número de pasos mayor serán los más lentos, y por tanto los que mayor tiempo de reacción impliquen.

3ª SESIÓN:

Esta sesión, de una hora, servirá para repartir a los alumnos en dos grupos de ocho personas e indicar qué tareas realizará cada uno de ellos en los grupos de 1º y 5º de primaria. En el proyecto realizado, los alumnos se repartieron de la siguiente forma:

- 1º de primaria:
 - o 2 alumnos encargados de la vista, 1 del olfato, 1 del oído, 2 del tacto y 2 del gusto.
- 5º de primaria:
 - o 2 alumnos encargados de la vista, 1 del olfato, 1 del oído, 2 del tacto y 2 del gusto.

Además, durante esta sesión se discutirán nuevas ideas sobre cómo realizar las distintas actividades en la clase de primaria.

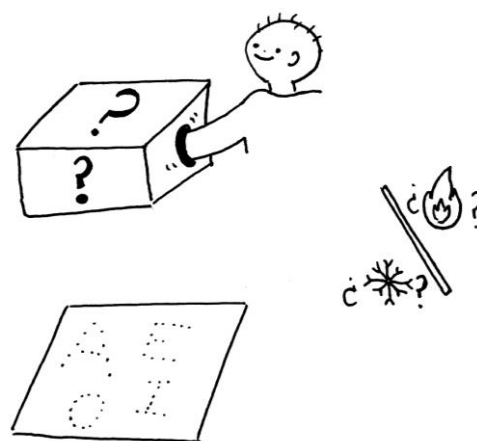
PRIMARIA:

Se desarrollan las actividades repartidas en una sesión de 3 horas, en las que de nuevo, se dividirá la clase en 5 grupos y cada uno de ellos estará realizando una actividad diferente.

Durante estas actividades, se les proporciona a los alumnos un carnet de puntos en los que por cada actividad que realicen correctamente irán añadiendo un punto, representado por un gomet. Al final de la sesión, el alumno con más puntos recibirá un pequeño premio, aunque al resto de la clase también se le dará un premio (más pequeño) por participar.

• TACTO:

Para el tacto, el objetivo será tratar de identificar diferentes objetos sin verlos, de diferenciar si una varilla está fría o caliente en diferentes zonas de la piel y de conseguir averiguar qué letra o palabra está representada en relieve en una cartulina de goma eva con los ojos vendados. Por cada objeto, sensación de calor o frío y letra o palabra que el alumno adivine se le dará un punto. Es importante remarcar que el tacto se percibe gracias a nuestra piel.



- **OÍDO:**

En el oído, de nuevo se escucharán pistas de audio en 8D en la que los alumnos han de fijarse de dónde proceden los sonidos. A continuación, con los ojos cerrados han de averiguar de dónde proceden diversos sonidos e identificar qué son esos sonidos.



Finalmente, se saldrá al patio y se jugará una partida rápida de Marco Polo. Ganarán puntos aquellos alumnos que sean más rápidos en averiguar la procedencia de los sonidos, los que los identifiquen más rápido y los que ganen jugando a Marco Polo. De nuevo, es importante que los alumnos comprendan la idea de que los sonidos son percibidos gracias a nuestros oídos.

- **GUSTO:**

Para trabajar el gusto, se repetirá la realización del mapa de sabores realizado en bachillerato, pero en este caso, antes de proceder a realizar el mapa, los alumnos han de intentar identificar qué tarro se corresponde con cada sabor. A continuación, con ayuda de los alumnos de bachillerato realizarán su propio mapa de sabores. En este puesto de trabajo, ganan puntos todos los alumnos, y ganan puntos extra quienes hayan sido capaces de identificar qué sabor correspondía con cada tarro. En esta ocasión, es muy importante comunicar a los alumnos de primaria que los 5 sabores básicos son detectados por la lengua.

- **VISTA:**

Para la vista, se realizan actividades distintas en 1º y en 5º de primaria:

- En 1º de primaria se preparan unas tarjetas con formas y dibujos básicos. Un alumno ha de describírselas a sus compañeros, que han de dibujar lo que este describa. El alumno que realice el dibujo más fiel al original y el que ha descrito la tarjeta ganan un punto. Es importante que los alumnos se den cuenta de que son capaces de ver y describir aquello que ven gracias a sus ojos.



- En 5º de primaria se repetirá la experiencia realizada en el instituto. Para ello, con ayuda de los alumnos de bachillerato, los estudiantes de 5º comprobarán los límites de su campo visual y los límites de la detección de colores y formas, además de la existencia del punto ciego. Todos aquellos alumnos que realicen los procedimientos correctamente recibirán puntos. Finalmente, los alumnos de bachillerato han de transmitir el concepto de que nuestra visión no es similar a lo largo de todo nuestro campo visual, ya que hay zonas en las que no somos capaces de distinguir colores e incluso hay una zona del ojo en la que no vemos nada.

• OLFATO:

En este experimento, los alumnos olerán diferentes sustancias, y han de identificar si estos olores son agradables o desagradables e intentar averiguar de qué sustancia se trata. Las sustancias utilizadas en 1º han de ser más fácilmente identificables que las utilizadas en 5º. Los alumnos que averigüen de qué sustancias se trata serán los que reciban puntos. En este caso el concepto que han de transmitir los alumnos de bachillerato es que el sentido del olfato es percibido gracias a nuestra nariz, y que además el que un olor sea agradable o desagradable es algo subjetivo.



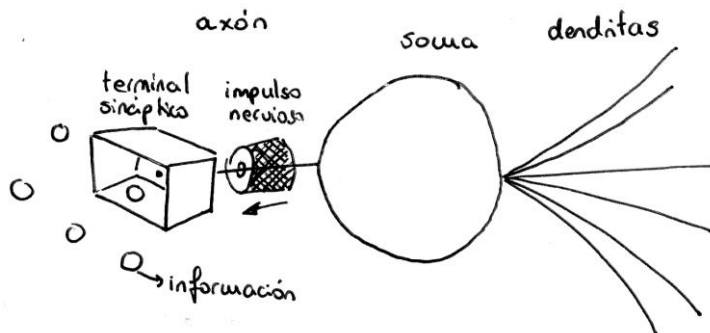
LA NEURONA:

Durante los últimos veinte minutos, cuando todos los alumnos de primaria hayan pasado por todos los puestos de trabajo, se realizará una pequeña explicación de cómo el cerebro es capaz de integrar toda la información recibida por los sentidos. Para explicarlo, se utiliza el símil de las cámaras de seguridad (que serían los sentidos), que envían la información a la comisaría de policía (que sería el cerebro) y desde la comisaría salen los policías hacia su destino (representando las distintas respuestas que se dan).

Es muy importante que los alumnos de primaria aprendan que pese a que cada sentido actúa por separado, el cerebro integra toda la información que recibe de estos y elabora una respuesta.

Para ilustrar este hecho, podemos realizar una experiencia con un modelo neuronal que represente la transmisión de la información desde que es recibida por los sentidos hasta que se produce la respuesta.

El modelo neuronal consiste en una bola grande que representa el soma de la que sale por un lado una cuerda larga (axón)



por un lado una cuerda larga (axón) con un cilindro móvil (representa el impulso nervioso) unida a un cubo de pintura (terminal sináptico) y por el otro varias cuerdas (dendritas), además de bolas de ping pong que representan la información que se está transmitiendo.

Se divide a la clase en 3 grupos, que representarán los sentidos, el cerebro y los distintos efectores respectivamente. El objetivo será representar qué ocurre cuando alguien (en este caso un alumno de bachillerato) quiere darle una patada a un balón que tiene delante. En primer lugar, los sentidos detectan todas las características del balón: color, forma, distancia a la que está colocado, obstáculos que pueda haber delante... Entonces, los alumnos que representan los sentidos escriben en las pelotas de ping pong qué están percibiendo. A continuación las introducen en el cubo y cogiendo la neurona, los compañeros que representan el cerebro se colocan enfrente, se da un golpe con el cilindro en el cubo haciendo que las pelotas salgan disparadas y el cerebro recoge y lee todo lo que hay escrito en las pelotas (representando la llegada de la información desde los sentidos al cerebro). Entonces los alumnos "cerebro", escriben en las pelotas en base a la información recibida qué información quieren transmitir al resto del cuerpo, por ejemplo moverse un poco para esquivar un obstáculo, moverse un par de metros hacia delante, levantar la pierna para chutar... Ahora estos alumnos introducen las pelotas en el cubo y realizan la transmisión, pero en este caso quienes recogerán las pelotas serán los efectores, que leerán toda la información y le dirán al estudiante que está delante de la pelota todo lo que tiene que hacer para conseguir chutarla.

Con esto, habremos terminado la sesión en primaria y habremos transmitido la idea básica de que el cerebro es el centro integrador más importante que poseemos, ya que recibe información de todos los sentidos y es el encargado de mandar diversas respuestas adecuadas a todo el cuerpo.

5. CONCLUSIONES Y VALORACIÓN DEL PROYECTO:

Principales conclusiones extraídas por el equipo en el proceso de elaboración del proyecto:

El proyecto ha sido enriquecedor en múltiples sentidos. En primer lugar, el trabajo previo a todo el desarrollo del proyecto en sí ha servido para esclarecer y aprender numerosos conceptos sobre la neurobiología básica y de los sentidos. Además, ha servido también para desarrollar la capacidad crítica y docente y para aprender nuevas formas de transmitir el conocimiento adquirido.

Durante las clases con los alumnos en bachillerato, han conseguido transmitir pasión por las actividades que estaban realizando, implicándose totalmente con el proyecto, interesándose por los diversos experimentos y por cómo transmitir lo aprendido a los alumnos de primaria.

La sesión con los alumnos de primaria fue la mejor. Los alumnos de bachillerato estuvieron perfectos a la hora de explicar cómo se debían desarrollar los experimentos y ayudar a los estudiantes de primaria a entender todos los conceptos. Además, estos mostraron mucho interés y un agradecimiento total por mostrarles nuevas formas de aprender.

Finalmente, cabe resaltar la importancia de elaborar proyectos de este tipo, pues la ciencia hoy en día es cada vez menos llamativa para los jóvenes, y con este tipo de actividades conseguimos destacar la importancia de la labor científica y despertar el interés de los (potencialmente) futuros investigadores

Conclusiones de los alumnos:

ALUMNOS DE BACHILLERATO:

Antes de comenzar la primera sesión práctica y al finalizar la sesión de explicación se les realizó a los estudiantes un pequeño test de conocimientos mediante la aplicación online “kahoot”. De ella se han podido extraer algunas conclusiones:

En conjunto, toda la clase aprendió mucho sobre los conceptos trabajados, pasando de un 51'59% de respuestas acertadas a un 80% de respuestas acertadas. Un 100% de los alumnos aprendieron algo, recomendarían la experiencia y piensan que fue muy divertido (5 sobre 5).

Todos los alumnos están de acuerdo en que la experiencia les ha ayudado a entender mejor cómo funcionan los aspectos trabajados sobre el cerebro y el sistema nervioso, siendo los experimentos preferidos el del gusto y el oído.

Además, se ha mostrado una gran disposición y motivación por su parte, estando siempre dispuestos a aprender y colaborar en la preparación de las tareas que llevarían a primaria.

Cabe destacar el hecho de que los alumnos han disfrutado mucho del desarrollo del proyecto, y piensan que es muy importante que de vez en cuando se enseñe “de otra forma”.

Quieren finalmente agradecer su labor a todas las personas que han estado implicadas: profesores que han ayudado a la realización del proyecto, el alumno de la universidad que ha sido el principal nexo entre todos los participantes implicados y finalmente a los alumnos de primaria por haberles hecho disfrutar de enseñarles en la sesión realizada en el colegio.

ALUMNOS DE PRIMARIA:

Tras la realización de la sesión práctica se les entregó a los alumnos una encuesta de cuyo análisis se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- ALUMNOS DE 1º:

El Experimento que más les ha gustado ha sido el del gusto (45'83%), seguido del de la vista y el tacto (16'6%), el oído (12'5%) y el olfato (8'33%).

Todos los experimentos han sido muy bien valorados, desde el 9'50 sobre 10 de media de la vista, pasando por el 8'95 del oído, el 8'70 del gusto, el 8'12 del olfato, hasta el 7'04 del tacto.

Prácticamente todos los alumnos (el 95'83%) han aprendido algo nuevo, siendo por orden los experimentos en los que más han aprendido: el gusto, la vista, el oído, el tacto y el olfato.

Todos han comprendido la función del cerebro en el experimento final, y este ha obtenido una puntuación de 8'41 sobre 10. Así mismo, a todos les han ayudado estos experimentos a acercarse a la ciencia.

Es de destacar que a varios alumnos les hayan gustado todas las actividades y lo más importante les ha parecido que ha sido el hecho de “aprender de otra forma” y que hayan venido personas de fuera a enseñarles cosas que no conocían y que les han parecido interesantes y divertidas. Están muy agradecidos y deseando repetir experiencias similares.

- Alumnos de 5º:

El experimento que más les ha gustado ha sido el del tacto (48%), seguido del gusto (40%), el oído (4%), la vista (4%) y el olfato (4%).

Todos los experimentos han sido muy bien valorados, desde el 9'16 sobre 10 de media del tacto, pasando por el 8'60 del gusto, el 7'96 del oído, el 7'68 de la vista, hasta el 7'52 del olfato.

Prácticamente todos los alumnos (92'3%) han aprendido algo nuevo, siendo por orden los experimentos en los que más han aprendido el gusto (28%), el olfato (24%) y la vista (24%), el oído (12%) y el tacto (4%).

Todos han comprendido la función del cerebro en el experimento final, obteniendo este una puntuación media de 8'92 sobre 10. Además, a todos les han ayudado estos experimentos a acercarse a la ciencia.

En las apreciaciones personales destacamos que señalan que este proyecto les ha hecho aprender mucho sobre la ciencia y les ha permitido acercarse a ella. Han descubierto cosas nuevas y se han dado cuenta de que en la ciencia todo debe estar preparado para que funcionen los experimentos, que es necesario coordinarse y saber cómo desarrollarlos y qué proceso y materiales se deben utilizar.

Han disfrutado aprendiendo “de otra forma, no de memoria, como si fuera para un examen”, sino llevando los conocimientos a la práctica y comprobando sus efectos.

Además, les ha ayudado a hacerlo de forma divertida y entretenida, y lo que es muy importante, relacionándose con sus compañeros y participando todos en la actividad.

Agradecen también la labor de los “profesores” (alumnos de bachillerato) que han sido graciosos, simpáticos y han estado siempre atentos para que todo estuviera a punto.

El sistema de puntos (“cartillas de aciertos”) también les ha parecido una idea muy buena.

En resumen, el proyecto les ha ayudado a “entender la ciencia” y les encantaría repetir la experiencia.

Conclusiones del equipo docente:

BACHILLERATO:

Cuando Antonio nos propuso una actividad de “Aprendizaje por Servicio” como parte de su TFG, relacionada con algunos de los contenidos de la asignatura “Anatomía Aplicada”, perteneciente al currículo de 1º de Bachillerato (Modalidad Ciencias), nos pareció una idea muy buena: en general siempre es muy motivador para los alumnos el aprendizaje reforzado por actividades prácticas que en este caso son, además, distintas de aquellas a las que están acostumbrados, más divertidas y sorprendentes, sin que por ello tengan menos rigor o validez científica.

La transmisión vertical de conocimientos es una actividad muy interesante, desde el punto de vista pedagógico: el hecho de que los alumnos de Bachillerato se convirtiesen a su vez en profesores de los niños de Primaria supone un valor añadido pues, al tener que asimilar unos conocimientos y adaptarlos para su comprensión y transmisión, se les exige un trabajo extra que también refuerza el aprendizaje.

El primer paso a la hora de poner en marcha el proyecto fue la elección de los alumnos. Hay dos grupos que cursan Anatomía Aplicada. Uno de ellos es heterogéneo (pertenecen a las clases 1º A y 1º B), lo que plantearía problemas de organización. Elegimos por tanto el otro grupo que, además, tiene un horario más conveniente y versátil.

Las sesiones prácticas se desarrollaron ajustándose a los tiempos y espacios predeterminados, lo cual no fue fácil ya que, al tratarse de sesiones de varias horas, hubo que coordinar el uso del laboratorio, modificar los horarios de otros profesores y rehacer los calendarios de clases y exámenes; personalmente debo destacar que los alumnos, desde el principio, se implicaron completamente mostrándose muy comprensivos con los inconvenientes que pudiera causarles esta alteración de su rutina diaria. Durante las sesiones prácticas su comportamiento fue ejemplar, con actitudes muy receptivas y participativas. La misma entrega demostraron en el resto de sesiones programadas: recapitulación y preparación de las prácticas con los niños. A día de hoy, todavía mantienen su ilusión mientras preparan su participación en “Expociencia 2019”.

Tenemos que destacar que, además del alumnado y del equipo docente, han tenido siempre muy buena disposición y han ofrecido su total colaboración tanto el equipo directivo como los profesores a los que indirectamente esta actividad ha afectado (los referidos cambios de horarios, exámenes, etc.). Los profesores de la Escuela de Hostelería Olmo Cano y Sara Laura García se brindaron amablemente a preparar los caramelos con sabores y colores “no concordantes”.

La valoración global, por tanto, es muy positiva, con un alto grado de satisfacción.

Por último, y no menos importante, hay que mencionar que la coordinación ha sido siempre óptima, formando un equipo sólidamente cohesionado.

PRIMARIA:

La experiencia ha sido muy positiva y enriquecedora, tanto en 1º como en 5º, ya que se ha adaptado a los distintos niveles competenciales y curriculares de los alumnos.

Se han cumplido todos los objetivos didácticos (trabajo en equipo y pensamiento crítico y científico) como científicos (los sentidos, la percepción y la función del cerebro).

Así mismo, se han desarrollado las competencias básicas a las que afecta esta actividad (científica y tecnológica, digital, iniciativa y espíritu emprendedor, aprender a aprender y comunicativa).

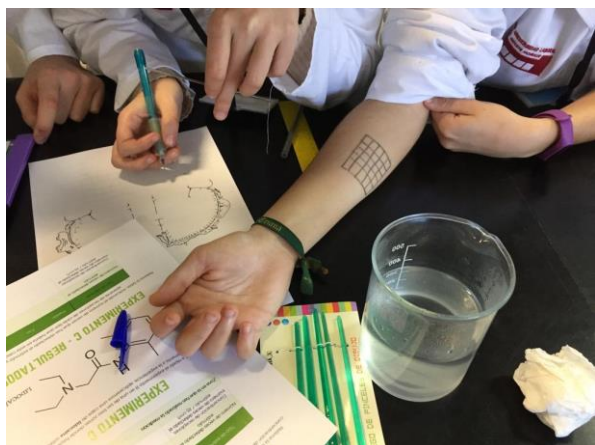
La actividad siguió un desarrollo lógico y ordenado. Tras la llegada de los alumnos del I.E.S. Universidad Laboral junto con el responsable de la Universidad de Valencia, se prepararon los espacios de trabajo, el mobiliario y los materiales necesarios para llevar a cabo cada experimento durante el recreo. Seguidamente, y tras la presentación de los “científicos” (alumnos de bachillerato), se procedió a la formación de 5 equipos en cada clase, explicación del mecanismo de rotación y del uso del “carnet de puntos”. A continuación se pusieron en práctica las diferentes actividades, comenzando con la explicación de cada una de ellas y siguiendo con la realización de esta por parte de todos los miembros del equipo. Al finalizar la jornada, todos los alumnos habrían pasado por los 5 talleres de los sentidos y por el experimento de la función del cerebro y de la neurona.

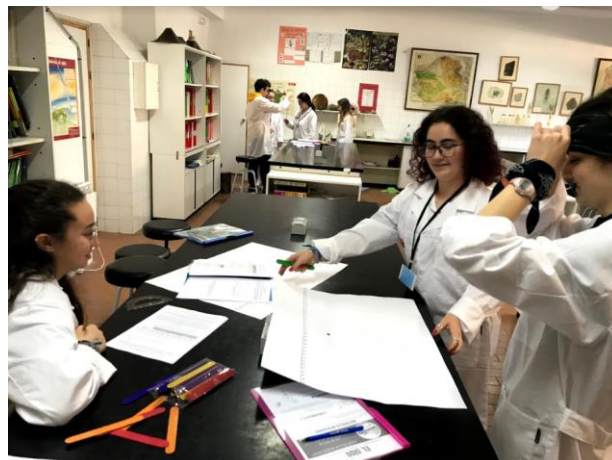
Hemos de destacar su trabajo incansable, su buena disposición, su adaptación a los niveles de comprensión de los alumnos y su gran valor motivador.

Nuestros alumnos han disfrutado con las actividades, han aprendido de manera divertida, vivenciada y multisensorial (nunca mejor dicho), integrando todas las informaciones recibidas, como hace nuestro cerebro, utilizando el trabajo en equipo, manteniendo el nivel de atención y concentración necesario, así como el respeto a las normas establecidas y a los compañeros, como medio para llegar hasta la comprensión de esos nuevos conocimientos que la CIENCIA (y estos “científicos”) nos han traído hasta la clase.

Agradecemos el trabajo de todos los que se han involucrado para conseguirlo: ¡GRACIAS!

6. IMÁGENES DEL DESARROLLO DEL PROYECTO:











7. EXPOSICIÓN DE LAS DIFICULTADES PARA DESARROLLAR EL PROYECTO:

Durante el desarrollo del proyecto ha habido pocas dificultades, pero cabe destacar ciertos inconvenientes ocurridos:

- Durante la primera sesión con los alumnos de bachillerato, los experimentos contenidos en el apartado “Reflejo vs. Reacción” se realizaban más rápido que el resto, y esto provocaba que los alumnos se quedasen durante unos minutos sin ninguna actividad que realizar.
- En la sesión con los alumnos de primaria faltaron unos minutos para poder realizar correctamente el experimento con el modelo neuronal. Se podría mejorar este hecho agilizando esta experiencia por ejemplo, en lugar de escribiendo las acciones en las pelotas de ping pong, únicamente diciéndolas en voz alta.

8. BIBLIOGRAFÍA:

- Purves, D. (2016). *Neurociencia: Dale Purves..* [et al.] (5a. ed.). Madrid: Médica Panamericana. Unidad II, capítulos 9-15.
- Middlebrooks, J.C. (2015). *Handbook of Clinical Neurology*. Volume 129 (99-116), Chapter 6 – Sound localization.

- Tollin, D. (2003). Spectral Cues Explain Illusory Elevation Effects With Stereo Sounds in Cats. *Journal of neurophysiology*, 90(1), 525-30.
- Algazi, V. R., Avendano, C., & Duda, R. O. (2001). Elevation localization and head-related transfer function analysis at low frequencies. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 109(3), 1110-1122.
- Malham, D. G., & Myatt, A. (1995). 3-D Sound Spatialization using Ambisonic Techniques. *Computer Music Journal*, 19(4), 58.
- Jacobs, G. H. (2018). Photopigments and the dimensionality of animal color vision. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 86, 108-130.
- Iwata S, Yoshida R, Ninomiya Y. (2014). Taste transductions in taste receptor cells: basic tastes and moreover. *Current Farmaceutical Design*, 20(16), 2684-2692.
- Roux, F.-E., Djidjeli, I., & Durand, J.-B. (2018). Functional architecture of the somatosensory homunculus detected by electrostimulation. *The Journal of Physiology*, 596(5), 941-956.
- Boes, C. J. (2014). The history of examination of reflexes. *Journal of Neurology*, 261(12), 2264-2274.