

PROYECTO NATURA

qué idioma
hablan las
neuronas

Curso 21/22

¿QUÉ IDIOMA HABLAN LAS NEURONAS?

Las neuronas son las encargadas de transmitir la información en el sistema nervioso. Lo más sencillo y lo primero que apareció en la evolución son las sinapsis eléctricas, en las que simplemente se pasa un impulso eléctrico de célula a célula. Más adelante surgieron las sinapsis químicas, en las cuales esa señal eléctrica se transforma en química para pasar de célula a célula, mediante unos pocos neurotransmisores que permiten la transmisión de una gran diversidad de señales muy complejas.

PROYECTO NATURA

¿QUÉ IDIOMA HABLAN LAS NEURONAS?

1. EQUIPO PARTICIPANTE

ÁREA TEMÁTICA: NEUROBIOLOGÍA					
Título del proyecto: ¿Qué idioma hablan las neuronas?					
	Nombre y apellidos	Centro	Localidad	Teléfono de contacto	Correo electrónico
Alumno/a UVEG	Paloma Otero López	Facultad de Ciencias Biológicas (UV)	Valencia	667238226	olopa@alumni.uv.es
Profesor/a de la UVEG	José Manuel Morante Redolat	Facultad de Ciencias Biológicas (UV)	Valencia	963543251	jm.morante@uv.es
Profesor/a de Secundaria	Pilar Punter Chiva	IES San Vicente Ferrer	Valencia	667865272	ppunter@iessvf.org
Maestro/a de Primaria	M ^a Teresa Climent Ureña y M ^a Carmen Martínez Carpio	CEIP Jaime Balmes	Valencia	961205775	maiteclugmail.com mkmc@hotmail.com

ALUMNOS DE SECUNDARIA PARTICIPANTES	Curso	Asignatura
Dos grupos de aproximadamente 20 alumnos cada uno	3º	Biología

Número de alumnos de Primaria que pueden participar: 50 (dos clases de 25 cada una)

Curso recomendado: 5º

PROYECTO INTERDEPARTAMENTAL: NO

DEPARTAMENTOS QUE INTERVIENEN: Biología y Geología

2. OBJETIVOS

2.1 TEMA EN QUE SE ENMARCA EL PROYECTO

Bloc temàtic de primària i de secundària: El sistema nervioso

2.2 CONCEPTO A TRANSMITIR

Idea principal: Las neuronas son las encargadas de transmitir la información en el sistema nervioso. Lo más sencillo y lo primero que apareció en la evolución son las sinapsis eléctricas, en las que simplemente se pasa un impulso eléctrico de célula a célula. Más adelante surgieron las sinapsis químicas, en las cuales esa señal eléctrica se transforma en química para pasar de célula a célula, mediante unos pocos neurotransmisores que permiten la transmisión de una gran diversidad de señales muy complejas.

Palabras clave: sistema nervioso, neurona, sinapsis eléctrica, sinapsis química, neurotransmisor, adrenalina, dopamina, serotonina, oxitocina

2.3 OBJETIVOS:

2.3.1. PRIMARIA:

Objetivos didácticos:

- Aplicar el aprendizaje significativo de manera que las alumnas y alumnos puedan relacionar los conceptos teóricos con vivencias personales.
- Trabajar los conceptos del sistema nervioso de una forma lúdica mediante juegos y talleres.

Objetivos científicos:

- Identificar el aspecto de una neurona y sus partes.
- Diferenciar las neuronas de otros tipos celulares.
- Describir el viaje de la información por el sistema nervioso a través de las sinapsis y mediante neurotransmisores.

2.3.2. SECUNDARIA:

Objetivos didácticos:

- Aplicar el pensamiento deductivo para trabajar un concepto complejo.
- Aplicar el aprendizaje significativo de manera que las alumnas y alumnos puedan relacionar los conceptos teóricos con vivencias personales.
- Interpretar los resultados de los experimentos y juegos realizados.
- Adaptar los conocimientos adquiridos a una etapa educativa inferior.
- Explicar los conocimientos adquiridos a otras personas.

Objetivos científicos:

- Identificar cuál es la estructura y la función de las sinapsis.
- Distinguir las sinapsis químicas de las sinapsis eléctricas.
- Comparar las características de ambos tipos de sinapsis (naturaleza de la señal, velocidad de la transmisión, posibilidad de modulación).
- Listar los neurotransmisores vistos en clase e indicar sus funciones más importantes.
- Elaborar y llevar a cabo actividades para los alumnos de Primaria relacionadas con los conceptos trabajados en clase.

2.4. COMPETENCIAS BÁSICAS

- Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico
- Competencia en ciencia y tecnología
- Aprender a aprender
- Competencia en comunicación lingüística
- Autonomía e iniciativa personal

3. MATERIALES Y METODOLOGÍA**3.1. MATERIALES****3.1.1. PARA SECUNDARIA:**

- Ordenador conectado a proyector
- Pantalla
- Dispositivos electrónicos que permitan a los alumnos conectarse a Internet (tablets, teléfonos)
- Maqueta sobre la sinapsis química y eléctrica construida con botellas de plástico y cartón reciclados
- Lápices
- Caja de cartón con tres compartimentos independientes
- Recompensas (chocolatinas, gominolas) y “premios decepcionantes” (tapones, palos, pinzas de la ropa rotas, tickets viejos)
- Tablero de juego de mesa fabricado con cartón reciclado y tarjetas escritas en papel de colores

3.1.2. PARA PRIMARIA:

- Materiales elaborados por los alumnos de Secundaria:
 - Caja de cartón con dos compartimentos independientes
 - Dado de cartulina de 15 x 15 x 15 cm
 - Tablero de juego de mesa
 - Maqueta/Collage de la neurona y del sistema nervioso

- Folios
- Vasos de cartón
- Tiza
- Sillas
- Ordenador conectado a proyector
- Pantalla
- Dibujo impreso de una neurona
- Diferentes objetos reconocibles por el tacto
- Caramelos de distintos sabores
- Tarjetas con descripciones de las funciones de los neurotransmisores y tarjetas con imágenes que representan respuestas mediadas por esos neurotransmisores

3.2. METODOLOGÍAS:

- **Aprendizaje Servicio**

Esta es la metodología en la que se basan todos los Proyectos Natura. Consisten en propuestas que pretenden comprometer a los individuos en actividades que combinan el servicio a la comunidad y el aprendizaje académico (Furco & Billig, 2002).

Este tipo de enfoque, el “aprender haciendo”, tiene la ventaja de posicionar al alumno como protagonista y autor de su propia educación. Para ser capaz de ofrecer un servicio de calidad (en este caso, adaptar la información y transmitirla efectivamente a alumnos de cursos inferiores) es requisito haber llevado a cabo un buen aprendizaje y trabajo sobre las ideas tratadas. Sin embargo, el aprendizaje brindado por este tipo de proyectos no se restringe a los contenidos del currículo académico, sino que permiten desarrollar también otro tipo de competencias y destrezas relacionadas con la autonomía y la iniciativa personal (Puig Rovira *et al.*, 2011)

- **Pensamiento deductivo**

Radica en extraer una conclusión a partir de ciertas premisas, siendo, pues, un método de razonamiento “top-down” gracias al cual se pueden extrapolar los conocimientos a otras situaciones similares. En varias ocasiones durante el desarrollo del proyecto se incentivó al alumnado a inferir conclusiones a partir de las observaciones realizadas en las experiencias prácticas.

- **Gamificación o ludificación (aprendizaje basado en juegos)**

Este método docente se fundamenta en el aprendizaje de contenidos mediante un juego orientado a la adquisición o evaluación de conocimientos, habilidades y/o competencias. Estos formatos son percibidos como productos de entretenimiento, lo cual les confiere un gran potencial para motivar al alumnado a participar e implicarse en las actividades. Los juegos propuestos deben contar con objetivos explícitos que permitan que el jugador gane, así como reglas bien estructuradas y sistemas de avance o puntuación, siendo este el caso del juego de mesa realizado en la última sesión (Alsawaier, 2018).

- **Aprendizaje significativo**

Esta metodología se basa en la concepción de que el aprendizaje del alumnado depende de cómo relaciona la nueva información adquirida con su estructura cognitiva previa, es decir, con el conjunto de ideas que poseen en un determinado campo del conocimiento. Esa organización mental previa influye sobre qué aprendizajes resultan más asequibles y de mayor interés al individuo (Ausubel *et al.*, 1983).

Así, el objetivo es conseguir establecer vínculos entre lo que se explica en el aula y las vivencias personales de los estudiantes, pues tenderán a prestar mayor atención si lo perciben como relevante para su vida o si sienten que proporciona una explicación a lo que les ocurre.

- **Aprendizaje experiencial/experimental**

Esta metodología surge de la necesidad de dar un enfoque más práctico al proceso de aprendizaje, basándose en la premisa de que no es posible saber y comprender sin hacer, así como que en muchos casos los conocimientos se asimilan mejor a través de experiencias concretas y tangibles. Esto es lo que se pretende con algunas de las actividades prácticas llevadas a cabo en el aula, en las que se presentan situaciones concretas y se observa cuáles son los procesos que las dirigen (Baena Graciá, 2019).

- **Clase magistral**

Es el modelo de lección tradicional, consistente en la transmisión de información por parte de un emisor (normalmente el profesor) al estudiantado, que actúa como receptor fundamentalmente inactivo. Se trata de una metodología que facilita la docencia a grupos numerosos y la planificación temporal de las sesiones. Sin embargo, en el desarrollo del proyecto se intenta no abusar de esta forma de impartir las clases, dado que puede fomentar la pasividad del alumnado y no favorece tanto la reflexión sobre lo aprendido como otras metodologías.

- **Pensamiento de diseño (“*Design thinking*”)**

Esta metodología está enfocada en la resolución de problemas mediante el trabajo en grupo de manera creativa (Dorst, 2011). El alumnado es el protagonista de su aprendizaje, afianzando lo visto en clase e investigando más a fondo para crear un producto (en este caso, el taller para los estudiantes de Primaria). Son elementos importantes la actitud proactiva del equipo de cara al proyecto, la elaboración de materiales adecuados para transmitir los conocimientos de manera clara y concisa, y la elección de un espacio apropiado para la realización de la actividad, que además debe ajustarse a una duración determinada (“Pensamiento de Diseño (*Design thinking*)”, 2017).

3.3. LUGAR Y/O REQUERIMIENTOS DE ESPACIO:

Las actividades en Secundaria se realizaron en el aula, con el único requerimiento de que contase con proyector y pantalla, pues era lo suficientemente grande como para que los alumnos se dispusiesen en grupos separados cuando fuese necesario.

Las actividades en Primaria se desarrollaron en el patio del colegio, ya que al participar en cada turno 25 alumnos de 5º de Primaria y 20 de 3º ESO, distribuidos en cinco estaciones de 9 a 10 personas, el tamaño del aula de referencia resultaba excesivamente reducido.

4. DESCRIPCIÓN DETALLADA

4.1. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

		FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PARTICIPANTES
DISEÑO DEL PROYECTO		Diciembre 2021 – Febrero 2022	En esta fase de trabajo personal se acotó el campo de la Neurobiología en el que se centraría el proyecto y, en base al número de sesiones disponibles con el alumnado, se llevó a cabo la búsqueda bibliográfica y se elaboraron los materiales pertinentes.	Alumna de la UV
DESARROLLO DEL PROYECTO EN SECUNDARIA	SESIÓN 1. SINAPSIS QUÍMICAS Y ELÉCTRICAS	23/03/2022 (3ºD) 24/03/2022 (3ºC)	Conceptos trabajados: Sistema Nervioso Central y Periférico, neurona, sinapsis química y eléctrica, potenciales excitatorios e inhibitorios, sumación de potenciales Actividad práctica: Transmisión nerviosa en sinapsis química y eléctrica Metodologías docentes: clase magistral, ApS, pensamiento deductivo, aprendizaje significativo	Alumna de la UV Alumnado de 3º ESO
	SESIÓN 2. ADRENALINA	28/03/2022 (3ºD) 29/03/2022 (3ºC)	Conceptos trabajados: neurotransmisores, adrenalina, respuesta "fight or flight", respuesta fisiológica Actividad práctica: Kahoot sobre respuesta "fight or flight" Metodologías docentes: ApS, clase magistral, aprendizaje significativo	
	SESIÓN 3. DOPAMINA, OXITOCINA Y SEROTONINA	30/03/2022 (3ºD) 31/03/2022 (3ºC)	Conceptos trabajados: neurotransmisores, dopamina, sistema de refuerzo, Parkinson, oxitocina, serotonina, depresión, ritmos circadianos Actividad práctica: Sistema de refuerzo mediado por dopamina Metodologías docentes: clase magistral, ApS, pensamiento deductivo, aprendizaje experiencial, aprendizaje significativo	
	SESIÓN 4. EVALUACIÓN DE LO APRENDIDO	04/04/2022 (3ºD) 05/04/2022 (3ºC)	Conceptos trabajados: repaso de todo lo visto en las sesiones anteriores, inicio del diseño de la actividad para Primaria Actividad práctica: Evaluación de lo aprendido mediante juego de mesa Metodologías docentes: gamificación, ApS	
DESARROLLO DEL PROYECTO EN PRIMARIA		27/04/2022	Los estudiantes de Secundaria, en grupos de 4 o 5, diseñaron actividades o juegos de corta duración relacionados con algunos de los contenidos que se les habían explicado a ellos. En la sesión en Primaria, el alumnado, dividido también en grupos de 5 personas, realizaron todas las diferentes actividades de manera secuencial rotatoria.	Alumna de la UV Alumnado de 3º ESO Alumnado de 5º Primaria

4.2. DISEÑO DEL PROYECTO

Lo primero que se hizo fue acotar el campo de la Neurobiología sobre el que versaría el proyecto: la forma en que se transmite la información entre neuronas para conseguir una enorme diversidad de respuestas a partir de un número reducido de neurotransmisores. Una vez decidido esto, se estructuraron las sesiones para ajustar el contenido al tiempo que la profesora de Secundaria podía ceder al proyecto dentro de su programación:

- **Sesión 1** (55 minutos). Introducción sobre el Sistema Nervioso y la sinapsis, profundizando en las diferencias entre sinapsis químicas y eléctricas.
- **Sesiones 2 y 3** (55 minutos cada una). Trabajo práctico y teórico acerca de varios neurotransmisores (adrenalina, dopamina, oxitocina, serotonina) y las principales respuestas fisiológicas y emocionales en las que están implicados.
- **Sesión 4** (55 minutos). Por un lado, repaso y evaluación de los contenidos trabajados mediante un juego de mesa (preguntas multirrespuesta, verdadero/falso, respuesta abierta, mímica, dibujo y tabú) por equipos. Por otro lado, explicación de la actividad que se llevaría a cabo en Primaria y tiempo para empezar a diseñar los talleres.

La decisión sobre qué contenidos trabajar en las diferentes sesiones fue tomada tras una conversación mantenida con la profesora de Secundaria acerca de los conocimientos que los estudiantes tendrían sobre el Sistema Nervioso gracias a lo aprendido en este curso y en los anteriores. Así, se realizó una búsqueda bibliográfica, principalmente en libros de texto, y blogs o revistas de divulgación científica, para recabar información y, en primer lugar, acordar en qué neurotransmisores concretos centrarse. Así, la elección fue

tomada en base a cuáles de ellos participan en respuestas consideradas de fácil comprensión y también interesantes para los alumnos, al estar presentes en su vida cotidiana y ser fácilmente reconocibles.

Todas las sesiones se realizaron por duplicado, pues el proyecto se llevó a cabo con dos grupos diferentes de 3º ESO (C y D). Dado que las aulas cuentan con proyector y pantalla, se optó por elaborar presentaciones en formato PowerPoint para acompañar a las exposiciones teóricas, así como un Kahoot! para una de las actividades. Por otro lado, también se confeccionaron maquetas que fueron utilizadas tanto para ilustrar algunas explicaciones como en las experiencias prácticas.

4.3. DESARROLLO DEL PROYECTO EN SECUNDARIA

4.3.1. SESIÓN 1: SINAPSIS QUÍMICA Y ELÉCTRICA

La sesión comenzó con una introducción sobre el Sistema Nervioso, recordando que su principal función es la de percibir estímulos, interpretarlos y elaborar las respuestas adecuadas, así como los elementos que lo componen:

- Sistema Nervioso Central, formado por cerebro y médula espinal, órganos que procesan la información.
- Sistema Nervioso Periférico, que se puede equiparar a “autopistas” por las que la información “viaja” de una parte del cuerpo a otra.

Tras repasar brevemente las partes de las neuronas que forman esas “autopistas” de información, se introdujo el concepto de sinapsis. Para ello, se realizó un juego en el que se dividió a la clase en dos grupos de aproximadamente 10 personas cada uno, situados unos a continuación de otros, de modo que formaban dos circuitos separados. En cada caso, el primer integrante leería una tarjeta que contenía cierta orden y pasaría la información a la siguiente persona, y así sucesivamente hasta que llegase al último, que sería quien ejecutaría la acción (colocar un número determinado de lápices sobre el pupitre).

Uno de los grupos representaba las sinapsis eléctricas, para lo cual el mensaje se transmitía susurrándolo al siguiente compañero. Dada la sencillez de este tipo de sinapsis, solo había dos posibles órdenes: “Positivo” (poner un lápiz) o “Negativo” (quitar un lápiz). Por otro lado, el grupo que representaba las sinapsis químicas debía copiar la orden en otra tarjeta, pasar esta al siguiente alumno, que, a su vez, copiaría otra vez el mensaje en una nueva tarjeta y la entregaría al siguiente compañero, repitiéndose sucesivamente el proceso. En este caso, las órdenes eran más complejas, como por ejemplo “Poner 5 lápices” o “Quitar 3 lápices”, de modo que la variedad de posibilidades no estaba únicamente en el hecho de poner o quitar lápices, sino también en la cantidad.

Otro concepto trabajado en el juego fue el de la sumación temporal y espacial, dado que cada uno de los dos circuitos de 10 estudiantes estaba organizado para que en cierto punto llegasen dos mensajes a la vez a la misma persona, como se muestra en la **Figura 1**. Así, esa persona tenía que integrar ambas órdenes en una nueva instrucción única y transmitir esta al siguiente. En el caso de la sinapsis eléctrica, dos señales “Positivo” harían que el mensaje resultante fuese también “Positivo”, mientras que un “Positivo” y un “Negativo” se anularían, de manera que no se colocaría ni se quitaría ningún lápiz del pupitre. En el caso de la sinapsis químicas, si por ejemplo llegasen al alumno las órdenes “Poner 5 lápices” y “Quitar 3 lápices”, este tendría que escribir en su tarjeta “Poner 2 lápices”.

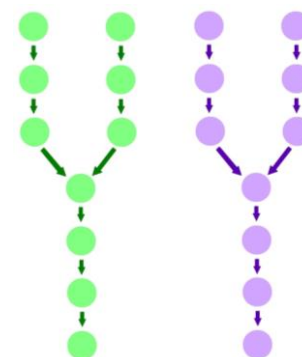


Figura 1. Esquema de la disposición de los alumnos en el circuito. Cada círculo representa un individuo.

Al terminar el juego, los alumnos extrajeron con éxito las conclusiones acerca de las principales diferencias entre ambos tipos de sinapsis: las eléctricas permiten que la información viaje más rápido, las químicas son más complejas, las químicas permiten mayor modulación o plasticidad.

A continuación, se profundizó en los motivos estructurales y funcionales que justifican dichas diferencias. Puesto que el alumnado nunca antes había estudiado la sinapsis, se construyó una maqueta que les permitiese apreciarla en tres dimensiones (**Figura 2**). Por otro lado, con el objetivo de facilitar la comprensión, se estableció una comparación entre el espacio sináptico y el Canal de la Mancha, de manera que la neurona presináptica equivaldría a Francia y la postsináptica, a Inglaterra (**Figura 3**). Así, la sinapsis eléctrica se correspondería con cruzar el canal usando el Eurotúnel (todo el viaje se hace en coche, del mismo modo que en estas sinapsis la información siempre viaja en forma de señal eléctrica). A su vez, la sinapsis química se identificaría con aparcar el coche en un puerto francés, coger un barco para cruzar el canal, y usar un coche nuevo para circular por Inglaterra (al llegar al terminal sináptico, la señal pasa de eléctrica a química para cruzar el espacio sináptico).

Se explicó que en las sinapsis eléctricas unas proteínas denominadas conexinas permiten el paso directo de iones entre ambas neuronas y que por ese motivo la transmisión de la información es tan rápida. Por el contrario, en las químicas hay unas moléculas denominadas neurotransmisores que se acumulan en los terminales axónicos y son vertidas al espacio sináptico ante la llegada del potencial. Para terminar la sesión, se presentó la idea de que estas moléculas, en las cuales nos centraríamos en los días siguientes, son las responsables de que dichas sinapsis tengan tanta plasticidad, pues por un lado pueden liberarse en mayor o menor cantidad en función de la intensidad de la señal, y por otro, existen diferentes neurotransmisores implicados en diferentes respuestas.

4.3.2. SESIÓN 2: ADRENALINA

Tras hacer un breve repaso sobre qué son los neurotransmisores y cuál es su función, el primer neurotransmisor explorado con detenimiento fue la adrenalina. Este fue elegido porque las respuestas en las que interviene tienen un componente fisiológico visible, así que se consideró que a los alumnos les resultaría sencillo comprenderlo y que lo podrían relacionar con sus vivencias personales.

En primer lugar se pidió al alumnado que se colocasen en grupos de 3 personas, cada uno de los cuales disponía de una tablet del centro con conexión a Internet. Se llevó a cabo un cuestionario en la plataforma Kahoot! acerca de los efectos que la adrenalina provoca en el cuerpo en situaciones de respuesta “fight or flight” (**Anexo I**). Cada una de las preguntas hacía referencia a un síntoma fisiológico distinto en una situación de estrés o peligro (aumento del ritmo cardiaco, aceleración de la frecuencia respiratoria, inhibición de las funciones no esenciales, disminución de la producción de saliva, etc.). Dado que la intención de la actividad no era que respondiesen lo más rápido posible sino que, dentro de cada equipo, los estudiantes

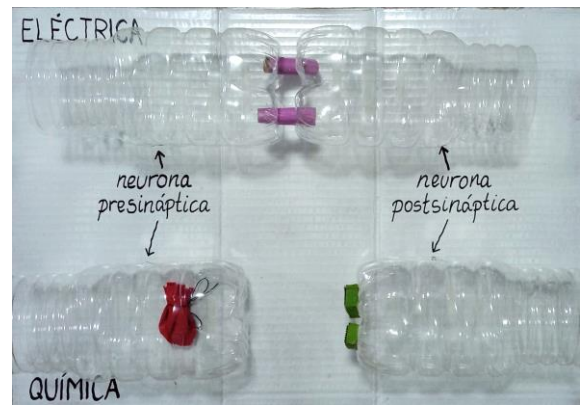


Figura 2. Maqueta con materiales reciclados que representa la sinapsis eléctrica (superior) y química (inferior), así como sus principales elementos estructurales: conexinas (lila), vesícula sináptica (rojo) y receptores de neurotransmisores (verde)



Figura 3. Representación de la analogía entre la sinapsis y el Canal de la Mancha.

comentasen y debatiesen qué es lo que ocurre en esos escenarios, el tiempo no estaba limitado y todos los grupos pudieron responder a todas las preguntas.

Posteriormente se profundizó en cada una de esas respuestas fisiológicas, explicando con ayuda de una presentación PowerPoint el sentido o motivo de cada una de ellas: por ejemplo, cómo la aceleración de la respiración y el pulso facilitan que llegue más sangre oxigenada a los músculos para que estos puedan usar el oxígeno en la mitocondria para producir energía. También se exploró cómo en algunos casos la adaptación evolutivamente beneficiosa puede interferir negativamente en nuestra vida actual: la disminución de producción de saliva forma parte de la inhibición de las funciones no esenciales (para ceder todos los recursos a las esenciales), pero puede suponer un problema si hace que se nos quede la boca seca cuando nos ponemos nerviosos al hablar en público.

4.3.3. SESIÓN 3: DOPAMINA, OXITOCINA Y SEROTONINA

La sesión comenzó con un experimento sobre el sistema de refuerzo para presentar el neurotransmisor dopamina. Se pidieron 4 voluntarios, los cuales tenían que introducir la mano (sin mirar el interior) en uno de los tres compartimentos de una caja, que contenían lo que se denominó “premios buenos” (chocolatinas, gominolas) y “premios malos” (tapones, tickets viejos, hojas del parque, pedazos de una pinza rota). En el primer compartimento había únicamente “premios malos”; en el segundo, la mitad eran buenos y la otra mitad, malos; y en el tercero, los premios eran mayoritariamente buenos. Se dejó que los voluntarios cogiesen objetos varias veces, pudiendo elegir compartimento libremente en todos los turnos. Tal como se esperaba, la primera vez cada alumno escogió un compartimento al azar, pero posteriormente todos tendieron a elegir el segundo y el tercer compartimento, en los cuales conseguían con mayor frecuencia “premios buenos”.

Al terminar, se les realizaron varias preguntas: ¿qué compartimentos habían escogido y en qué orden?, ¿por qué habían escogido esos compartimentos?, ¿por qué habían dejado de escoger el primer compartimento tras uno o dos turnos?, ¿qué habían sentido al sacar un “premio malo” del tercer compartimento, donde parecía que era más probable conseguir uno bueno? Todos ellos dieron respuestas similares: habían tendido a coger objetos del segundo y tercer compartimento porque era donde obtenían “premios buenos”, mientras que en el primero nunca ocurría eso, y que al obtener un “premio malo” del tercer compartimento se habían sentido más decepcionados que al sacarlo del primero, porque no se lo esperaban.

Se explicó que el neurotransmisor implicado en lo que les había sucedido era la dopamina y se comentó el experimento de Pavlov sobre condicionamiento clásico, en el que llegó a conseguir que un grupo de perros salivase al escuchar el ruido de una campana por asociarla a la comida. Para que les resultase más cercano, se estableció una analogía con lo que ocurre en la actualidad con las notificaciones de los teléfonos móviles: se asocia un estímulo neutro (sonido de la notificación o aparición del icono de la red social en la pantalla) con un estímulo positivo (que nos haya hablado un amigo, que a la gente le haya gustado una foto que hemos publicado...). De este modo, simplemente escuchar ese sonido genera la necesidad o impulso de mirar el teléfono.

A continuación, complementando la explicación con una presentación PowerPoint, se expuso que en todos esos casos la dopamina juega el papel de permitir que inconscientemente se recuerde el placer que generó cierta situación, así como los elementos y estímulos del entorno en ese momento. Consecuentemente, la liberación de dopamina motiva a repetir aquello que proporciona bienestar y no repetir aquello que causa malestar.

Para finalizar con la dopamina, se comentó su implicación en el movimiento. Se pidió a tres voluntarios su colaboración para explorar los tres tipos de movimientos y las diferencias entre ellos. A un primer estudiante se le pinchó ligeramente con un lápiz en un dedo para que lo apartase por movimiento reflejo; al segundo

se le pidió que caminase hasta el final del aula y volviese; y al tercero se le pidió que levantase un brazo, lo bajase, levantase una pierna y diese tres saltos a la pata coja. El alumnado fue capaz de deducir que el primero era un movimiento involuntario y que los otros dos eran voluntarios, pero que se diferenciaban en que el tercero requería pensar todo el tiempo en lo que se estaba haciendo, mientras que el segundo era automático. Se les explicó que la dopamina está principalmente relacionada con los movimientos voluntarios automatizados, y cómo ello es motivo de algunos de los síntomas del Parkinson, patología en la que mueren neuronas dopaminérgicas de cierta región del encéfalo.

El siguiente neurotransmisor trabajado fue la oxitocina, implicada sobre todo en la creación de vínculos afectivos, por ejemplo en el momento del parto, durante el sexo, o en la generación del denominado “sentimiento de grupo”.

Por último, se habló de la serotonina, neurotransmisor del que la mayoría de los estudiantes habían escuchado hablar en relación a la felicidad aunque desconocían su funcionamiento. Para introducir el tema, se les preguntó si habían oído a alguien decir que su estado de ánimo dependiese de que hiciese buen tiempo, y se conectó esto con que la luz solar que incide sobre la retina induce la liberación de serotonina por parte de cierto grupo de neuronas. Posteriormente se les explicó que en realidad, este neurotransmisor, como todos los neurotransmisores, tiene más de una función. Así, influye también en el estado de tranquilidad y placer posterior al orgasmo, en la saciedad tras comer, y en los ritmos circadianos, puesto que al llegar la noche se convierte en melatonina en la glándula pineal.

4.3.4. SESIÓN 4: EVALUACIÓN DE LO APRENDIDO

El objetivo de esta sesión era evaluar los conceptos trabajados en las tres sesiones anteriores. Sin embargo, se optó por un formato de juego de mesa en vez de otro más tradicional, con la finalidad de que al alumnado le resultase más ameno y no se sintiese examinado. Así, se le pidió que se dividiesen en 4 equipos (de unas 5 personas cada uno) y, por turnos, iban acudiendo y realizando las pruebas propuestas. El recorrido de las fichas para avanzar por el tablero (**Figura 4**) representaba el circuito típico que sigue el impulso nervioso: órganos sensoriales – neuronas del sistema nervioso periférico – sistema nervioso central – neuronas – neuronas del sistema nervioso periférico – órganos efectores. En el **Anexo II** se especifican las normas del juego y algunos ejemplos de los diferentes tipos de pruebas (preguntas tipo test y de respuesta abierta, proposiciones de verdadero/falso, mímica, pruebas de dibujo y tabú).

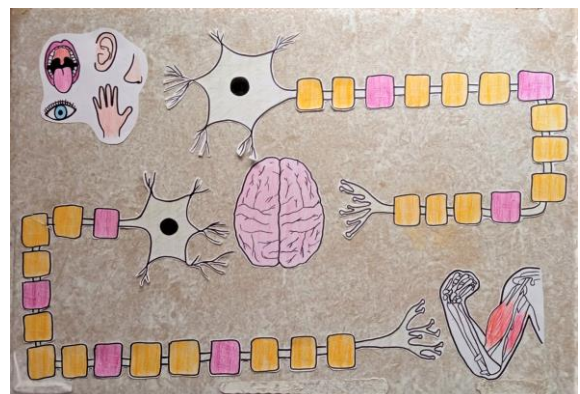


Figura 4. Tablero del juego de mesa de la Sesión 4.

A esa actividad se le dedicó aproximadamente la mitad de la sesión. Tras finalizarla, se procedió a explicarles pormenorizadamente en qué consistiría la actividad que se llevaría a cabo en Primaria. Finalmente, dado que todos los estudiantes de Secundaria acudirían al colegio, se decidió que lo más práctico sería diseñar una *gymkana* de actividades de unos 10 minutos cada una, de modo que cada grupo de 4 o 5 alumnos dirigiría una, y los estudiantes de Primaria irían rotando.

4.4. DESARROLLO DEL PROYECTO EN PRIMARIA

Se realizó una sesión única de 1 hora, y cada uno de los dos grupos de 3º ESO la impartió a un grupo diferente de 5º de Primaria. Las actividades diseñadas, como ya se ha mencionado, consistieron en juegos o talleres de unos 10 minutos cada una, centradas en alguno de los conceptos que habían sido trabajados a lo largo del proyecto en Secundaria:

- Juego sobre las partes de la neurona. Repasando lo que ya habían trabajado anteriormente en clase de Coneiximent del Medi, los participantes debían colocar los nombres de las distintas partes de la neurona sobre una ilustración muda y recordar cuáles eran sus funciones.
- Juego para entender la función de los diferentes elementos del sistema nervioso. A los participantes se les proporcionaba un tablero y figuras recortadas de neuronas, células gliales, órganos sensoriales, cerebro y órganos efectoros (músculos). En un tiempo limitado, debían distribuir en el tablero los distintos elementos en la posición correcta, de modo que la información pudiese viajar desde los órganos sensoriales hasta los efectoros, pasando por el cerebro y con cuidado de que las neuronas estuviesen colocadas en el sentido adecuado para que el mensaje entrase por las dendritas y saliese por los terminales axónicos.
- Juego sobre la transmisión nerviosa en la que cada uno de los estudiantes de Primaria representaba un elemento del circuito nervioso. Al alumno que representaba el órgano sensorial se le comunicaba una información (un estímulo como por ejemplo “te da el sol en la cara”), este la transmitía al que simbolizaba a la neurona sensorial, que informaba al que hacía las veces de cerebro. El “alumno cerebro” debía decidir cuál era una respuesta adecuada (en este caso, “cubrirse los ojos con la mano”) y se la indicaba al representante de la neurona motora, quien finalmente se lo comunicaba al que interpretaba al órgano efector y este lo interpretaba.
- Juego sobre los dos tipos de sinapsis, con la misma base que el realizado en la primera sesión en Secundaria: que los participantes pudiesen extraer la conclusión de que la eléctrica es más rápida y la química, más compleja. Para ello, en este caso lo que representaba la señal nerviosa era hacer llegar un vaso de agua desde un punto hasta otro. En el caso de la sinapsis eléctrica, un único estudiante recorría corriendo (con cuidado de no derramar el agua) el espacio. En el caso de la sinapsis química, los otros 4 alumnos se colocaban en fila y debían irse pasando el vaso en cadena sin moverse de su posición.
- Juego sobre los neurotransmisores y sus funciones. Se elaboraron dos tipos de tarjetas diferentes: en las primeras aparecía el nombre de cada uno de los neurotransmisores junto con sus funciones, mientras que las segundas mostraban imágenes de situaciones concretas. A cada uno de los participantes se le asignaba un neurotransmisor y debía identificar las imágenes correspondientes a respuestas mediadas por el mismo. Por ejemplo, si en la ficha de la adrenalina se indicaba que esta media respuestas a estrés produciendo aceleración del pulso y de la respiración e induciendo un estado de alerta, debería relacionarse con las imágenes de una persona con los ojos muy abiertos (aspecto asustado) y de una persona hiperventilando.
- Juegos similares al de la última sesión de Secundaria, con preguntas sobre el sistema nervioso. Uno de ellos seguía el formato de juego de mesa, con un tablero, comodines y diferentes pruebas. El otro consistía en una rayuela en la que, dependiendo de la casilla en la que se cayese, se planteaba una pregunta distinta.

5. CONCLUSIONES

5.1. PRINCIPALES CONCLUSIONES EXTRAIDAS POR EL EQUIPO EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Como alumna encargada de llevar a cabo el proyecto, el diseño y elaboración del mismo hicieron necesaria una investigación en profundidad acerca del tema, siendo una oportunidad para trabajar de manera diferente a la habitual. Así, en vez de limitarse simplemente a buscar información para realizar un examen o escribir un trabajo, este tipo de actividad requiere reflexionar sobre las posibles formas de transmitir unos contenidos hasta encontrar aquella que resulte más asequible a los alumnos, o explorar los diferentes neurotransmisores para elegir los que puedan atraerles más, teniendo en cuenta sus intereses, vivencias e inquietudes. Por otro lado, profundizar en la materia más allá de lo que se pretende exponer es ventajoso, pues permite resolver las posibles dudas que puedan plantear los estudiantes. Todo ello ha contribuido a que finalmente yo misma haya aumentado mis conocimientos en este campo de la Neurobiología.

Otra cuestión a tener en cuenta sobre esta clase de actividades es el hecho de que los propios alumnos se sienten más motivados a atender y aprender, tal y como se puede deducir de su elevado grado de implicación a la hora de participar en los juegos, responder a las cuestiones planteadas o hacer preguntas sobre aspectos del tema que les resultaban curiosos. Esta circunstancia no solo es debida a haber empleado metodologías que se alejan de la clase magistral basada en el seguimiento rígido del libro de texto, sino también a que la persona encargada de las explicaciones es alguien a quien perciben más cercano a ellos, tanto en edad como en intereses, y a quien perciben como a un igual, y no como a una figura de autoridad. Siguiendo en la misma línea, estos proyectos pueden jugar un papel importante para conseguir atraer a los estudiantes al campo de la ciencia, pues si se ven reflejados en las personas que se dedican a ella, será más probable que sientan que ellos mismos pueden dedicarse a algo semejante.

5.2. CONCLUSIONES DE LOS ALUMNOS:

5.2.1. PRIMARIA:

Tras la sesión, al alumnado se le realizaron una serie de preguntas para conocer su opinión acerca de la experiencia. A la mayoría a actividad les pareció interesante (40,43%) o muy interesante (55,32%) y sintieron que habían aprendido cosas que les habían llamado la atención durante la experiencia (85,10%).

En cuanto a las opiniones de los alumnos sobre los juegos realizados, los mejor valorados fueron el que consistía en relacionar las tarjetas de los neurotransmisores con sus funciones y aquel en el que debían construir el circuito nervioso colocando los elementos adecuadamente sobre un tablero. En cambio, manifestaron disfrutar menos con el juego en el que cada alumno representaba el papel de un elemento de la transmisión, aunque la justificación dada por muchos fue su corta duración. No obstante, una buena parte de los estudiantes (34,78%) indicaron que ninguno les había desagradado.

Respecto a la naturaleza de Projectes Natura, el 96,74% respondieron que se habían sentido más motivados por el hecho de que quien impartía las actividades eran otros alumnos, en vez de profesores. Además, prácticamente todos querían volver a participar en otras actividades similares (21,28% votaron "A favor" y 65,96% votaron "Muy a favor") y el 87,24% estarían dispuestos a repetir la experiencia en un futuro, desempeñando el papel de los estudiantes de Secundaria y organizando ellos los talleres para alumnado de niveles inferiores.

5.2.2. SECUNDARIA:

Al finalizar tanto las sesiones en Secundaria como la actividad en Primaria se efectuaron algunas preguntas a los participantes para conocer su opinión sobre la experiencia. El 90% consideraban que habían adquirido nuevos conocimientos durante el desarrollo del proyecto, lo cual fue corroborado por los resultados del juego de mesa de la última sesión, en el que el porcentaje de preguntas acertadas fue del 82,57% en un grupo y del 84,23% en el otro.

Las sesiones que más gustaron a los estudiantes fueron aquellas centradas en los diferentes neurotransmisores, principalmente la explicación sobre las implicaciones de la dopamina en la motivación y el condicionamiento clásico. En cuanto a las experiencias prácticas llevadas a cabo en el aula, el *Kahoot!* sobre los efectos de la adrenalina y el experimento con la caja compartimentada para explicar el sistema de refuerzo dopaminérgico quedaron aproximadamente a la par como favoritas.

Respecto a la sesión en Primaria, un 19,00% indicó que les había gustado poco, un 42,90% que le había gustado y un 38,00%, que le había gustado mucho (valoración media de 3,19 sobre 4). Sin embargo, al preguntarles si creían haber interiorizado mejor los conceptos al tener que preparar esos contenidos para transmitirlos a otras personas, el 52,40% opinó que había influido bastante y el 47,60%, mucho (valoración media de 3,48 sobre 4). Es decir, que incluso aquellos que no habían disfrutado especialmente del proceso fueron capaces de reconocer que esta forma de trabajar los contenidos había tenido un impacto positivo en su aprendizaje.

Al pedir al alumnado que asignase una nota global a la experiencia, incluyendo tanto las sesiones en el instituto como la actividad en el colegio, la media resultante fue de 8,7. Esto refleja la actitud receptiva del alumnado durante todo el desarrollo del proceso, pues el alumnado no dudó en ningún momento en intervenir para plantear las dudas que les surgían o preguntar acerca de aquello por lo que sentían curiosidad, tratar de responder las cuestiones planteadas, y presentarse voluntarios para participar en los experimentos y demostraciones prácticas.

Por último, se les instó a que transmitiesen cualquier opinión o sugerencia que tuviesen sobre el proyecto. Uno de ellos recalcó que le habría gustado explorar más neurotransmisores. Por otro lado, varios resaltaron que la información que mejor recordaban era aquella en la que se había centrado el juego que habían presentado en Primaria, así como el hecho de que las sesiones les habían resultado muy llevaderas y que sentían haber aprendido “mucho más que estudiando de un libro” y que además “no se les olvidaría después de hacer el examen”.

5.3. CONCLUSIONES DEL EQUIPO DOCENTE:

Se adjuntan a continuación los informes elaborados, por un lado, por la profesora de Secundaria (Pilar Punter Chiva) y, por otro, por las maestras de Primaria (M^a Teresa Climent Ureña y M^a Carmen Martínez Carpio):

“La valoración de nuestra participación en el proyecto Natura es completamente positiva.

Como docente, ha sido una aportación de contenidos muy enriquecedora para mi alumnado. Paloma supo conectar con el alumnado, explicar contenidos más complicados de una manera asequible y comprensible para ellos.

Se han mostrado muy interesados en el tema propuesto no sólo durante las charlas de Paloma preguntando dudas que surgían durante las mismas sino también la manera de participar tan activa en las actividades propuestas por Paloma para afianzar contenidos ya que les han parecido muy motivadoras.

Respecto a la elaboración de actividades para el alumnado de primaria les ha supuesto un reto diferente que les ha motivado, en general, a preparar actividades igual de motivadoras que les preparó Paloma para el alumnado de quinto. La consecuencia que ha tenido esta experiencia entre el colegio de primaria y nuestro centro es el establecimiento de este tipo de actividades de manera regular entre ambos centros. Ambos consideramos que ha sido una experiencia muy motivadora y estaremos encantados de participar en nuevas convocatorias.

Gracias.”

Pilar Punter

“El Proyecto Natura en nuestro centro, ha constado de dos sesiones en las cuales el alumnado de 3º ESO del IES San Vicente Ferrer, ha realizado actividades prácticas relacionadas con el sistema nervioso, con el alumnado de 5º de primaria.

- La experiencia ha sido muy gratificante y muy interesante, ya que se han realizado al aire libre y de forma muy práctica. La relación entre alumnado de diferentes niveles ha sido muy buena y basada en el respeto mutuo. Además, les encantó que otras personas que no son adultos (alumnado, entre iguales) les expliquen o refuercen contenidos curriculares.
- De los dos grupos que nos visitaron de 3º ESO, uno de ellos tenía falta de planificación y organización. Debido a esto, cada grupo de 5ºA solamente pudo realizar dos actividades en el tiempo estipulado. El otro grupo, sin embargo, funcionó correctamente y pudieron realizar todas las actividades con calma.
- Las actividades fueron adecuadas a su nivel y motivadoras, utilizando cada grupo diferentes metodologías y actividades.
- La gestión de material de ambos grupos del instituto fue buena, puesto que los dos habían traído lo necesario para cada una de las actividades. Asimismo, para motivar al alumnado de 5º de Primaria, les llevaron recompensas. De esta manera, tanto los niños como las niñas, acabaron muy contentos, ya que aparte de aprender habían obtenido un premio.
- Una experiencia para repetir cada curso. Enhorabuena.

M^a Teresa Climent Ureña (tutora 5ºA)
M^a Carmen Martínez Carpio (tutora 5ºB)

6. VALORACIÓN DEL PROYECTO

Evaluando la experiencia a posteriori, mi sensación es que ha sido muy enriquecedora y me ha permitido poner en práctica competencias que habitualmente no tengo la oportunidad de trabajar, como son la adaptación de contenidos a un público no experto en la materia o la exposición oral para comunicar dichos conocimientos. A su vez, tratar con adolescentes y niños es algo que siempre me ha gustado, y mi principal objetivo era encontrar la manera de que se sintiesen cómodos en el aula e intentar que el proceso de aprendizaje les resultase ameno para que no conciban el estudio únicamente como memorizar unos contenidos que probablemente olvidarán después de examinarse de los mismos.

Al iniciar el proyecto, mi propósito era que las clases fuesen interactivas y lo más prácticas posibles. Sin embargo, el tema escogido, pese a tratar sobre conceptos relevantes para la vida cotidiana y ser interesante porque ayuda al alumnado a comprender muchas de las cosas que les ocurren, no permite la realización de experiencias prácticas en demasiadas ocasiones. Por ejemplo, gran cantidad de las respuestas en las que influyen los neurotransmisores no se pueden representar en el aula: la saciedad provocada por la serotonina tras una comida abundante, el establecimiento del vínculo afectivo durante el sexo como consecuencia de la liberación de oxitocina, la bradicinesia causada por la degeneración de neuronas dopaminérgicas...

En último lugar, tal y como se menciona en el apartado 8 de exposición de dificultades, posiblemente hubiese sido conveniente disponer de una sesión más, si bien el material preparado se ajustó adecuadamente al tiempo programado para el desarrollo del proyecto.

7. IMÁGENES DEL DESARROLLO DEL PROYECTO



Figura 5. Imágenes tomadas durante el transcurso de las sesiones en el instituto. (a) Kahoot! de la sesión 2; (b) caja de tres compartimentos de la sesión 3; (c,d) juego de preguntas de la sesión 4.



Figura 6. Imágenes tomadas durante la sesión en Primaria.

8. EXPOSICIÓN DE LAS DIFICULTADES PARA DESARROLLAR EL PROYECTO

- Hubo un ligero malentendido con la profesora del Instituto al comienzo de la actividad, y aunque no condicionó el desarrollo de la misma como tal, para mí sí supuso un inesperado cambio de planes. En la reunión inicial mantenida en el primer cuatrimestre, habíamos acordado que yo asistiría al instituto las semanas anterior y posterior a Fallas para no interferir con la época de exámenes de los alumnos de 3º ESO, y en base a ello reorganicé algunos de mis horarios de la Universidad. Sin embargo, la semana previa a la que habíamos concertado para comenzar la exposición ante el alumnado, la profesora me indicó que era preferible que no fuese al centro hasta después de Fallas, ya que no le había sido posible abordar la materia que tenía programada para antes de mi primera visita y que, además, había estudiantes de máster en prácticas hasta el 11 de marzo.
- La segunda sesión en Secundaria incluía la realización de un Kahoot!, prueba que requiere de conexión a Internet. Pese a que el instituto dispone de red wifi, algunas de las tablets del centro presentaban problemas para conectarse a la red, por lo que varios alumnos tuvieron que hacer uso de sus propios teléfonos móviles. Este imprevisto supuso la pérdida de aproximadamente 15 minutos, lo que obligó a que el resto de la sesión se desarrollase de forma más acelerada, para llevar a cabo todo lo que estaba programado.
- En la cuarta sesión en Secundaria se dedicaron los últimos 20 minutos (aproximadamente la mitad de la sesión) a que los estudiantes decidiesen, en grupos de 4 o 5, qué actividad querían diseñar para el alumnado de Primaria. Dado que no volvería a ver a los alumnos hasta el mismo día en que tuviese lugar la actividad en el centro de Primaria, les facilité mi dirección de correo electrónico para que pudiesen consultar conmigo cualquier duda que les surgiese. No obstante, habría sido conveniente contar con una sesión más para que los alumnos, tras haber hablado y decidido a grandes rasgos sobre qué aspecto concreto realizarían su taller, pudiesen trabajar sobre ello en el aula, bajo la supervisión de su profesora y mía.
- El día de la actividad en Primaria, pese a que una de las pautas era que los juegos durasen unos 10 minutos, algunos eran un poco más breves y otros se excedieron. Como consecuencia, a la hora de rotar los grupos de alumnos de 5º curso para realizar las diferentes actividades, alguno siempre debía esperar unos minutos.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Alsawaier, R. (2018). The effect of gamification on motivation and engagement. *The International Journal Of Information And Learning Technology*, 35(1), 56-79. <https://doi.org/10.1108/ijilt-02-2017-0009>
- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo* (2ª ed.). Trillas.
- Baena Graciá, V. (2019). *El aprendizaje experiencial como metodología docente*. Narcea S.A. de Ediciones.
- Dorst, K. (2011). The core of 'design thinking' and its application. *Design Studies*, 32(6), 521-532. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.07.006>
- Furco, A., & Billig, S. (2002). *Service-learning* (p. 25). Information Age Pub.
- Pensamiento de Diseño (Design thinking)*. Kit de Pedagogía y TIC. (2017). Retrieved 15 May 2022, from <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/pedagogic/pensamiento-diseno/>.
- Puig Rovira, J. M., Gijón Casares, M., Martín García, M. J., & Rubio i Serrano, L. (2011). Aprendizaje-servicio y Educación para la Ciudadanía. *Revista de educación*, (1), 45-67

10. ANEXOS

10.1. ANEXO I. Preguntas del Kahoot! sobre respuestas fisiológicas que provoca la adrenalina

¿Qué pasa con el ritmo cardíaco (las pulsaciones) cuando te dan un susto?



- ▲ Se acelera el pulso
- ◆ Se ralentiza el pulso
- Se mantiene igual
- Depende de si tienes alguna enfermedad cardíaca

¿Qué pasa con los vasos sanguíneos (venas y arterias) si tienes que escapar de alguien que te quiere atacar?




- ▲ Se contraen
- ◆ Las sangre se convierte en horchata
- Se dilatan
- Algunos se contraen y otros se dilatan

¿Qué pasa con la respiración cuando ves que vas a perder el bus?



- ▲ Se ralentiza
- ◆ Se acelera
- Se entrecorta
- Se mantiene igual

¿Qué pasa con los órganos de los sentidos si estás en un pasillo oscuro y vacío y empiezan a sonar ruidos raros?



- ▲ Para que algunos se agudicen, otros pierden importancia
- ◆ El estrés de la situación impide que te concentres y funcionan mal
- Se agudizan todos
- Decides cerrar los ojos y taparte los oídos porque seguro que vas a morir

¿Qué pasa con tu concentración si vas just@ en un examen y la profesora dice que quedan solo 5 minutos para entregar?



- ▲ Te concentras mejor para terminar la última pregunta que te queda
- ◆ Eres incapaz de concentrarte
- Se la copias al de al lado
- Le lloras a la profesora para que te dé más tiempo

¿Qué pasa con las funciones no esenciales (como la digestión p.ej.) si estás a punto de ser atropellad@?



- ▲ Se activan para ayudar a las esenciales
- ◆ Depende de la edad de la persona
- Se inactivan para no estorbar
- Depende de si acabas de comer o ya ha pasado un rato

¿Qué pasa con la producción de saliva si tienes que hablar por primera vez en tu vida ante un montón de gente?



- ▲ Disminuye
- ◆ Aumenta
- Se para por completo
- Pasa a tener sabor a vinagre

¿Qué pasa con la producción de sudor cuando te pones nervioso porque van a dar las notas de la evaluación?



- ▲ Disminuye porque es una función no esencial
- ◆ Disminuye porque a tu cuerpo en estrés no le interesa perder calor
- Aumenta porque el día de dar las notas siempre hace calor
- Aumenta porque te agobias

10.2. ANEXO II. Reglas del juego de mesa de la Sesión 4

Los participantes deben dividirse en cuatro equipos y cada uno escogerá una ficha. El orden de juego se determinará tirando el dado un representante de cada grupo, de modo que el primero el jugar será quien obtenga el número más alto y así sucesivamente. En cada turno, uno de los integrantes del grupo tirará el dado, avanzará el número de casillas indicado y responderá una pregunta o realizará una prueba que se le proponga. Si acierta, un nuevo miembro del equipo volverá a tirar el dado, avanzará el número de casillas indicado y responderá, y así sucesivamente hasta que algún componente del equipo falle o todos los integrantes hayan participado. Cuando un jugador falle o todos los que forman el grupo hayan jugado, el turno pasará al siguiente grupo.

El objetivo del juego es llegar en primer lugar a la meta. Para ello, los equipos deben avanzar por el tablero, que consiste en un camino de casillas consecutivas que van desde la casilla de salida (órganos sensoriales) hasta la de llegada (órganos efectores). Existen tres tipos de casillas diferentes:

1. Vainas de mielina amarillas. Al jugador se le planteará una pregunta tipo test, verdadero/falso o de respuesta abierta.
2. Vainas de mielina magenta. El jugador deberá conseguir que sus compañeros de equipo adivinen cierto concepto realizando gestos (sin emitir palabras ni sonidos), dibujando, o definiéndolo sin emplear determinadas palabras (tabú).
3. Cerebro. Esta es una casilla especial, que podrá permitir al equipo que caiga en ella ganar el juego directamente si todos los miembros del grupo responden correctamente una pregunta cada uno sin ayuda del resto de compañeros.

Las preguntas (test, V/F y respuesta abierta) están escritas en tarjetas amarillas, mientras que las pruebas (mímica, dibujo y tabú), en tarjetas rosas. Además, hay tarjetas de ambos colores con función de comodín, que permiten a los jugadores pedir ayuda cuando no sepan una respuesta, avanzar casillas sin necesidad de contestar correctamente, o intercambiar la posición de su ficha con la de otro equipo.

El juego incluye:

- Tablero
- Dado
- Cuatro fichas de diferentes colores
- 80 tarjetas amarillas: 26 preguntas tipo test, 24 Verdadero o Falso, 22 de respuesta abierta, 8 comodines.
- 30 tarjetas rosas: 7 pruebas de mímica, 7 de dibujo, 11 de tabú, 5 comodines.

A continuación, se muestran dos ejemplos de cada tipo de tarjeta:

¿En qué se convierte la serotonina por la noche?

- a) Melatonina
- b) Glutamina
- c) Inosina
- d) Melanina

¿Cuáles son funciones no esenciales que se inhiben durante una situación de "fight or flight", es decir, lucha o huida?

- a) Digestión y producción de lágrimas
- b) Producción de saliva y sudor
- c) Digestión y producción de sudor
- d) Erección y contracción muscular

En una determinada sinapsis química, siempre se libera la misma cantidad de neurotransmisor.

FALSO. Depende de la intensidad de la señal.

¿Qué enfermedad puede causar la muerte de neuronas dopaminérgicas?

RESPUESTA: Parkinson

Hay dos mecanismos que usa nuestro cuerpo para asegurarse de que hagamos las cosas que es necesario hacer para sobrevivir, como respirar, comer, hacer la digestión...
¿Cuáles son esos dos mecanismos?

RESPUESTA: Que sea inconsciente o que produzca placer.

Para que dos señales que llegan a una misma se sumen, tienen que llegar más o menos a la vez.

VERDADERO

COMODÍN

Intercambia tu posición con la de otro jugador

COMODÍN

Guárdate este comodín para pedir ayuda a otro miembro del equipo cuando no te sepas la respuesta

MÍMICA

Aceleración del pulso

MÍMICA

Sinapsis eléctrica

DIBUJAR

Sumación de mensajes

DIBUJAR

Dilatación de vaso sanguíneo

TABÚ

SINAPSIS

espacio
neuronas
neurotransmisor
mensaje

TABÚ

SEROTONINA

felicidad
depresión
apetito
sueño

COMODÍN

Intercambia tu posición con la de otro jugador

COMODÍN

Guárdate este comodín para pedir ayuda a otro miembro del equipo cuando no te sepas la respuesta