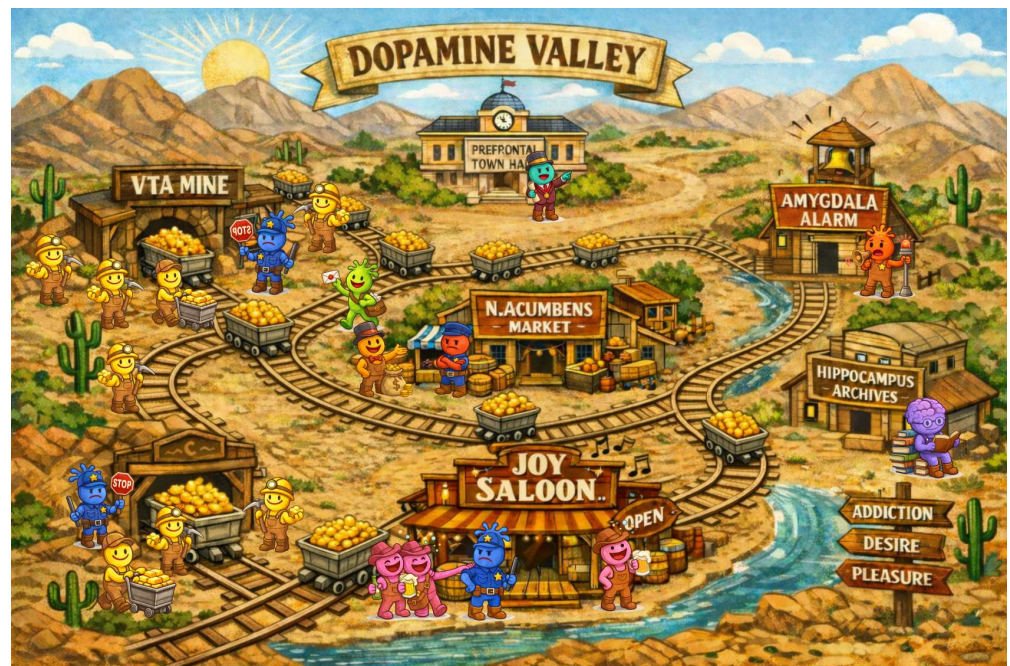


PROYECTO NATURA



11/05/2026

ASEDIO A “DOPAMINE VALLEY”: PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA NEUROBIOLOGÍA DE LAS ADICCIONES

El presente Trabajo de Fin de Grado, tiene como objetivo el diseño y la implementación de una propuesta didáctica, mediante la cual se pretenden trasladar conocimientos acerca de la neurobiología de las adicciones a un ámbito educativo, mediante la gamificación narrativa. Para ello, se propone un eje metodológico basado en el entorno ficticio “Dopamine Valley”, un pueblo ambientado en el lejano oeste que representa metafóricamente el sistema de recompensa cerebral. En este escenario, las estructuras cerebrales se simbolizan como espacios del pueblo y las neuronas como sus habitantes, mientras que las drogas se presentan como “forajidos” que alteran el equilibrio del sistema de recompensa. Esta propuesta se enmarca dentro de la metodología de aprendizaje-servicio.

PROJECTE NATURA

ASEDIO A "DOPAMINE VALLEY": PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA NEUROBIOLOGÍA DE LAS ADICCIONES

1. EQUIP PARTICIPANT

ÀREA TEMÀTICA: Neurobiología					
Asedio a "Dopamine Valley": Propuesta didáctica para la enseñanza de la neurobiología de las adicciones					
	Nom i Cognoms	Centre	Localitat	Telèfon de contacte	Correu electrònic
Alumne/a UVEG	Claudia Calatayud del Campo	Universidad de Valencia, Facultad de ciencias biológicas	Burjasot, Valencia	680964141	cadelcam@alumni.uv.es
Professor/a de la UVEG	Jose Manuel Morante Redolat	Universidad de Valencia	Burjasot, Valencia	963543251	jm.morante@uv.es
Professor/a de grado superior	María Rosa del Campo Llatas	CEIPFP Cheste	Cheste		
Mestre/a de Secundaria	Ana Montañes Abad	IES José Martínez Toral	Cheste		

Nombre d'alumnes de grau superior que poden participar: 15

Curs recomanat: 1º y 2º ESO

PROJECTE INTERDEPARTAMENTAL SI/NO: NO

DEPARTAMENTS QUE INTERVENEN: Biología celular

2. INTRODUCCIÓ

2.1 TEMA EN QUÈ S'ENMARCA EL PROJECTE: *Contextualització del projecte dins d'un marc temàtic concret de les Ciències Naturals*

Bloc temàtic de secundària i de grau superior:

El projecte se enmarca dentro del área de las Ciencias Naturales, concretamente en el ámbito de la biología celular humana, centrándose en la neurobiología del sistema nervioso central y las adicciones.

En cuanto a su ubicación curricular, el proyecto se relaciona con los siguientes bloques temáticos:

- Grado Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico:

El proyecto se relaciona con asignaturas como “Fisiopatología general” y “Análisis bioquímico”, en las que se abordan contenidos relacionados con el funcionamiento del organismo humano, la regulación del sistema nervioso, los mecanismos bioquímicos celulares y las alteraciones fisiopatológicas. Por lo tanto, el estudio de los neurotransmisores, el sistema de recompensa y los efectos de sustancias psicoactivas se vinculan directamente con dichas áreas temáticas.

- Educación Secundaria Obligatoria (ESO):

El proyecto se integra en la materia de Biología y Geología, especialmente en los saberes básicos establecidos en el currículo LOMLOE, relacionados con la función del sistema nervioso y la relación entre el cerebro, la conducta y el entorno.

2.2 SABER BÀSIC A TRANSMETRE: *quin és el concepte, idea bàsica o contingut essencial sobre el que es va a treballar? Poden ser conceptuals, procedimentals o actitudinals.*

Idea principal:

El proyecto se centra en la comprensión del funcionamiento del sistema de recompensa cerebral y su implicación en las conductas adictivas, profundizando en cómo determinadas sustancias y conductas pueden alterar los mecanismos neurobiológicos normales, generando procesos de dependencia, tolerancia y recaída. A través de una metodología basada en la gamificación narrativa, se busca que el alumnado comprenda estos procesos desde una perspectiva científica, favoreciendo además la reflexión crítica y la prevención frente a conductas adictivas.

Paraules clau:

Sistema de recompensa, dopamina, neurobiología, adicción, conducta adictiva, prevención, tolerancia, recaída, neurotransmisores, sistema nervioso.

2.3 OBJECTIU GENERAL: *què pot aportar en eixe sentit el nostre projecte, què esperem obtenir del desenvolupament del projecte?*

El proyecto tiene como objetivo facilitar la comprensión del sistema de recompensa cerebral y su implicación en las conductas adictivas, mediante una propuesta didáctica basada en la gamificación narrativa, el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje-servicio. Se pretende no solo la adquisición de conocimientos científicos, sino también el desarrollo de un pensamiento crítico frente al consumo.

- Grado Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico:

Se espera que el alumnado adquiera una comprensión profunda de los mecanismos neurobiológicos de la adicción, incluyendo el funcionamiento del sistema de recompensa, los neurotransmisores implicados y procesos como la tolerancia y la recaída.

Además, como elemento clave del proyecto, el alumnado desarrollará competencias comunicativas y sociales al adaptar y transmitir estos conocimientos a estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), asumiendo un papel activo como agentes de divulgación científica dentro del marco del aprendizaje-servicio.

- Educación Secundaria Obligatoria (ESO):

Se pretende que el alumnado comprenda de forma básica cómo funciona el sistema de recompensa y cómo determinadas sustancias y conductas pueden alterarlo.

Asimismo, se busca fomentar la prevención frente a conductas de riesgo en una etapa especialmente vulnerable (12-14 años), proporcionando información científica que les permita tomar decisiones más conscientes y responsables en relación con el consumo y la salud.

2.4 COMPETÈNCIES BÀSIQUES DEL CURRÍCULUM QUE ES VAN A TREBALLAR

El proyecto contribuye al desarrollo de competencias clave establecidas en la LOMLOE (Ley Orgánica 3/2020) y concretadas en el Real Decreto 217/2022, por el que se establece las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. En concreto, a través de las actividades propuestas y de la metodología de aprendizaje-servicio, se trabajan las siguientes competencias:

- Competencia en comunicación lingüística (CCL): Mediante la participación en debates y actividades realizadas a lo largo de las sesiones.
- Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM): A través del análisis del funcionamiento del sistema nervioso y los mecanismos neurobiológicos de la adicción.
- Competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA): Favoreciendo la reflexión sobre los propios hábitos y el pensamiento crítico en relación con la salud.
- Competencia ciudadana (CC): Promoviendo actitudes responsables y críticas frente al consumo de sustancias y otras conductas de riesgo.
- Competencia emprendedora (CE): Mediante la participación activa y la resolución de problemas durante las dinámicas cooperativas.

2.5 METODOLOGIA DE LA INTERVENCIÓ DIDÀCTICA

El diseño del proyecto se basa en la combinación de diferentes estrategias didácticas con el objetivo de favorecer un aprendizaje activo, dinámico, profundo y participativo. En concreto, la propuesta integra la metodología de aprendizaje-servicio, el uso de la gamificación narrativa y dinámicas de aprendizaje cooperativo.

En este proyecto, la gamificación se desarrolla a través de una narrativa ambientada en un pueblo ficticio inspirado en el lejano oeste denominado "Dopamine Valley". En este escenario imaginario, las distintas estructuras cerebrales implicadas en el sistema de recompensa se representan como los diferentes lugares del pueblo, mientras que sus habitantes simbolizan los principales tipos de neuronas que participan en este circuito. Por otra parte, las drogas se presentan como "forajidos" que alteran el equilibrio del sistema.

Dentro de este entorno narrativo, la historia se introduce mediante la carta de auxilio del “Consejo de Territorios Cerebrales”, que sitúa al alumnado en el papel de “sheriffs” encargados de investigar y restaurar el equilibrio de “Dopamine Valley” tras el ataque de los “forajidos”. Este planteamiento inicial establece la división de la sesión en tres bloques fundamentales: el funcionamiento normal del sistema (el pueblo en calma), las alteraciones que se producen con la llegada de los “forajidos” (las sustancias y conductas adictivas) y las dificultades para recuperar el equilibrio tras su marcha (procesos de abstinencia y recaída).

A partir de esta contextualización, se desarrollan diversas dinámicas de juego cooperativas que funcionan como misiones que el alumnado debe superar. Estas actividades permiten aplicar de forma práctica los contenidos trabajados, reforzando la comprensión a través de la narrativa y la participación activa.

Entre ellas, destaca “Descifrando el mapa del valle”, en la que los estudiantes deben identificar y relacionar los distintos elementos del pueblo con las estructuras y funciones del sistema de recompensa cerebral. Por otro lado, en “Captura al forajido”, el alumnado analiza diferentes situaciones para identificar qué sustancia o conducta adictiva está detrás, comprendiendo así sus efectos sobre el sistema nervioso.

A lo largo de las actividades se utiliza un sistema de puntos y recompensas que refuerza la participación. Cada acierto permite sumar puntos al equipo y obtener cartas de recompensa, que posteriormente pueden intercambiar por pequeños premios. Al final de las sesiones, la pareja con una mayor puntuación es reconocida como ganadora, recibiendo cada uno de sus miembros un sombrero de “Sheriff de Dopamine Valley”. En conjunto, los juegos contribuyen a generar un ambiente participativo y dinámico en el aula, fomentando una competitividad sana.

3. DESENVOLUPAMENT DE LES ACTIVITATS/ SITUACIONS D'APRENTATGE

Descriure per a cada activitat/situació d'aprenentatge dissenyada en la seqüència del projecte els diferents apartats.

Las actividades del proyecto se estructuran en torno a tres situaciones de aprendizaje, que corresponden a los tres bloques narrativos de la sesión: la comprensión del funcionamiento normal de “Dopamine Valley”, el análisis de las alteraciones provocadas por los “forajidos” y la reflexión sobre las dificultades de recuperación del sistema tras su desaparición. En cada una de estas situaciones se lleva a cabo una dinámica específica que permite trabajar los contenidos de forma progresiva.

MATERIALS I NECESSITATS

Materials:

Además de la presentación digital empleada como apoyo a la explicación de los contenidos teóricos, para el desarrollo de las sesiones se emplearon diversos recursos didácticos diseñados específicamente para el desarrollo de la propuesta.

En primer lugar, cada alumno dispone de un “Kit del Sheriff”, que incluye todos los materiales necesarios para seguir la narrativa y participar en las actividades. Este kit está compuesto por 6 elementos, aparte del consentimiento para el uso de imágenes, tal y como se muestra en la Figura 1.

- Carta de auxilio del “Consejo de Territorios Cerebrales”.
- Mapa de “Dopamine Valley” (a completar durante la actividad).
- Estrella de “Sheriff de Dopamine Valley”.
- Cromos de los “forajidos”.
- Cuestionarios de evaluación inicial y final.
- Pizarra pequeña, rotulador y borrador.



Figura 1. "Kit del Sheriff" entregado a las parejas de alumnos, que incluye los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades durante las sesiones.

Por otra parte se utilizaron materiales asociados a las recompensas, observados en la Figura 2, como:

- Cartas de recompensa.
- Pequeños premios intercambiables.
- Sombreros de "Sheriff de Dopamine Valley".



Figura 2. Recompensas empleadas durante las dinámicas de juegos, que incluyen cartas de recompensa, premios intercambiables y sombreros de "sheriff".

Calendari, Lloc i /o requeriments d'espai:

El proyecto “Asedio a Dopamine Valley” se desarrolló en colaboración entre el CIPFP Chestre, centro en el que tuvo lugar la fase formativa con alumnado del Grado Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico, y el IES José Martínez Toral, donde se llevó a cabo el componente de servicio del proyecto, dirigido a estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (ESO). La propuesta didáctica se estructuró en dos bloques: una fase formativa orientada al alumnado de 1º de Grado Superior y una fase de servicio destinada a estudiantes de 1º y 2º de ESO.

La intervención con el grupo de grado superior se organizó en dos sesiones: una primera sesión intensiva de tres horas dedicada a la adquisición de conocimientos teóricos y una segunda sesión de una hora orientada a la preparación de la actividad de servicio y al debate y evaluación de los conocimientos adquiridos previamente. Por lo tanto, las tres situaciones de aprendizaje descritas se desarrollaron de manera secuencial a lo largo de la primera sesión.

Por otra parte, la fase de servicio se llevó a cabo mediante la impartición de una sesión de una hora a cada uno de los cinco grupos a los que iba destinada la propuesta (1º ESO A/B y 2º ESO A/B/C). En este caso, las mismas tres situaciones de aprendizaje fueron adaptadas y simplificadas para ajustarse a una única sesión de aproximadamente una hora de duración, priorizando los contenidos esenciales y utilizando un enfoque más visual, participativo y accesible.

El cronograma de las sesiones se ilustra en la Figura 3.

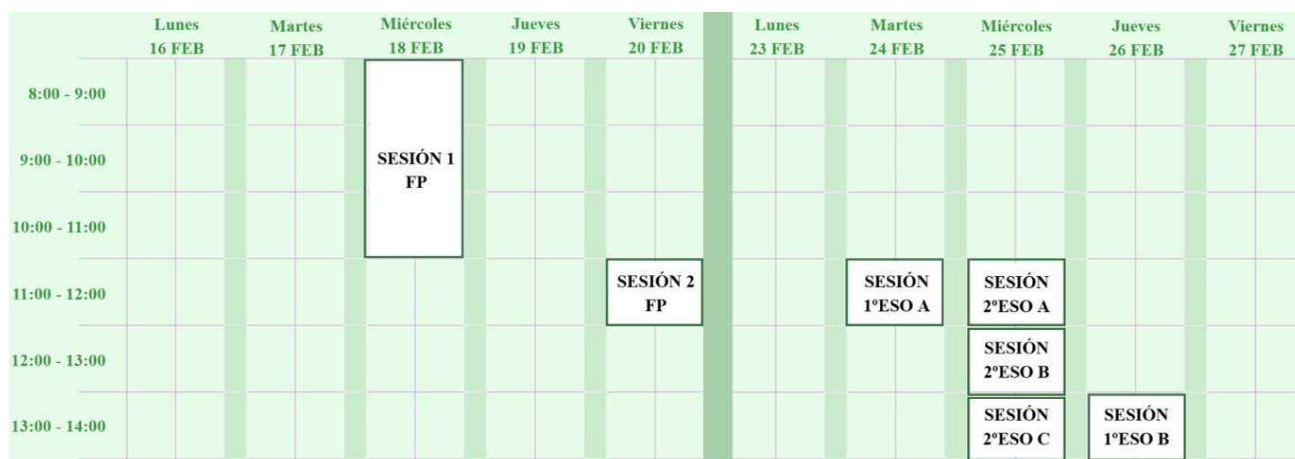


Figura 3. Cronograma de desarrollo del proyecto, en el que se muestra la distribución temporal de las sesiones realizadas con el alumnado de grado superior y los distintos grupos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

Adaptacions curriculars (en el cas d'alumnat amb necessitats educatives):

No se requirieron adaptaciones curriculares específicas. No obstante, se incorporaron medidas metodológicas inclusivas, como el uso de apoyos visuales, explicaciones adaptadas y trabajo cooperativo, con el fin de facilitar la comprensión y participación de todo el alumnado.

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE 1:

“DOPAMINE VALLEY: UN PUEBLO EN CALMA”

OBJECTIU ESPECÍFICS

GRAU SUPERIOR:

Objectius conceptuals : Comprender cómo funciona el sistema de recompensa, qué es la dopamina y cuál es su función, qué otros neurotransmisores intervienen en el sistema y qué es el placer y cómo se genera.

Objectius procedimentals : Relacionar los lugares y personajes de “Dopamine Valley” con las principales estructuras cerebrales, tipos de neuronas y neurotransmisores que intervienen en el sistema de recompensa, a través de la dinámica “Descifrando el mapa del valle”.

Objectius actitudinals: Participar activamente en la actividad y mostrar interés por la comprensión de procesos neurobiológicos complejos.

SECUNDÀRIA:

Objectiu conceptuals : Comprender de forma básica cómo el cerebro regula la conducta y las sensaciones de bienestar.

Objectiu procedimentals: Identificar, a partir del mapa, elementos clave del sistema de recompensa mediante analogías sencillas, a través de la dinámica “Descifrando el mapa del valle”.

Objectius actitudinals: Mostrar interés y participación activa en la dinámica de aprendizaje.

COMPETÈNCIES ESPECÍFIQUES I SABERS BÀSICS (CONTINGUTS)

- Competencias específicas: STEM, CPSAA, CCL (LOMLOE, RD 217/2022).
- Contenidos teóricos:
 - Estructuras cerebrales y tipos de neuronas que componen el sistema de recompensa.
 - Función y sentido evolutivo del sistema de recompensa cerebral.
 - Función y modo de acción de la dopamina.
 - Otros neurotransmisores (a parte de la dopamina) que intervienen en el sistema.
 - El placer y sus bases neurobiológicas.

3.4. DESCRIPCIÓ DETALLADA DE L'ACTIVITAT/SITUACIÓ D'APRESENTATGE

En el primer bloque de la sesión se introdujo el funcionamiento del sistema de recompensa cerebral mediante un enfoque visual y progresivo. Para ello, se proyectó un esquema del cerebro en el que se fueron incorporando las principales estructuras implicadas y sus funciones. Con el objetivo de facilitar la comprensión, se utilizó un ejemplo cotidiano cercano al alumnado (“llego al McDonald’s y me como un Big Mac”) que permitió explicar de forma secuencial cómo se activan las distintas áreas cerebrales implicadas en la anticipación, la obtención de la recompensa y el procesamiento de la experiencia. Parte de este ejemplo viene ilustrado en la Figura 4.

Posteriormente, se llevó a cabo la actividad “Descifrando el mapa del valle”, en la que el alumnado, organizado en parejas, debía identificar y ubicar correctamente las estructuras trabajadas dentro del mapa de “Dopamine Valley”. Tras un tiempo inicial de trabajo cooperativo, se realizó una puesta en común dinámica en la que los equipos mostraban sus respuestas levantando pizarras individuales.

Las respuestas correctas eran recompensadas con puntos, que se registraban en la pizarra, así como con tarjetas de recompensa para cada miembro del equipo. Esta dinámica favoreció la motivación y la participación activa del alumnado, concluyendo con el intercambio de las tarjetas por pequeñas recompensas.

El mapa de “Dopamine Valley” que los alumnos emplearon para el desarrollo de la actividad, así como las soluciones, se muestra en la Figura 5.



Figura 4. Ejemplo aplicado del funcionamiento del sistema de recompensa a través de una situación cotidiana (consumo de comida), en el que se ilustra la secuencia de activación de las distintas estructuras cerebrales.

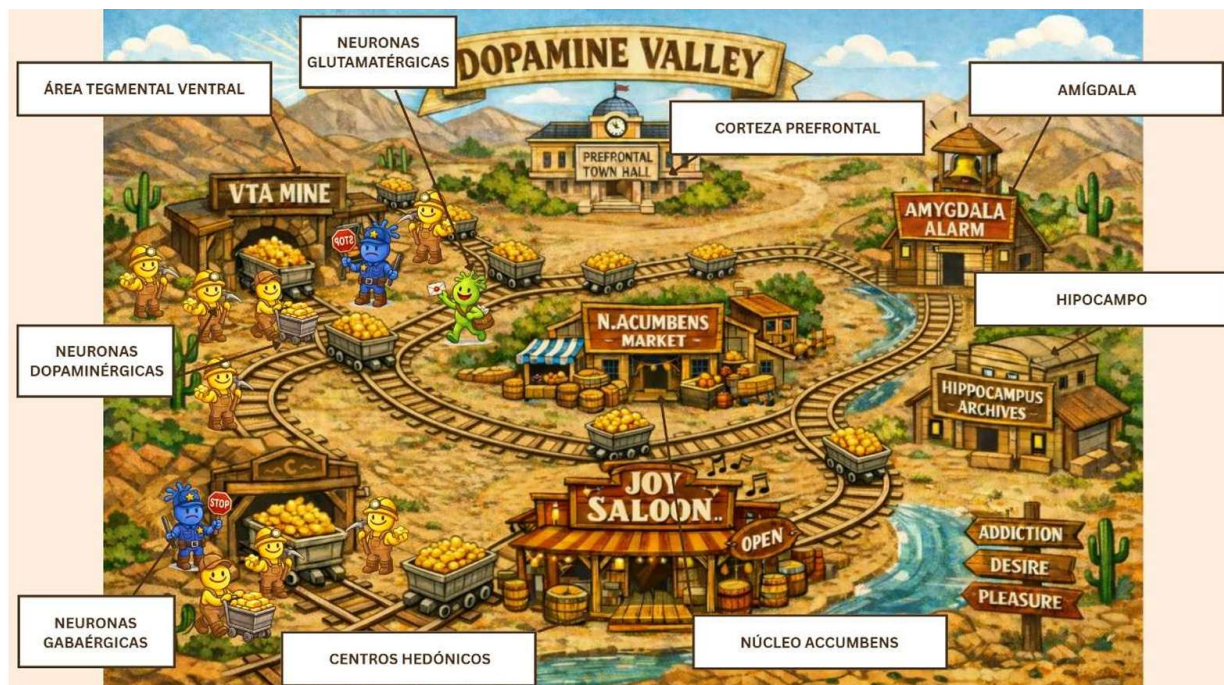


Figura 5. Mapa de “Dopamine Valley”, en el que se representa de forma esquemática el sistema de recompensa cerebral mediante la analogía de un pueblo del lejano oeste. Las distintas localizaciones y personajes corresponden a estructuras y tipos neuronales implicados en el circuito mesocorticolímbico.

A continuación, se profundizó en la comunicación neuronal a través de una dinámica planteada a modo de videojuego por niveles, en la que cada nivel representaba un mayor grado de complejidad. En el primer nivel se introdujo el concepto de sinapsis y la comunicación básica entre neuronas; en niveles posteriores se abordaron la excitación e inhibición neuronal, el fenómeno de la desinhibición y conceptos más avanzados como la plasticidad sináptica y la neuroadaptación.

Para simplificar el contenido se emplearon metáforas basadas en la narrativa de “Dopamine Valley”, tal y como se muestra en la Figura 6 y la Figura 7. Este enfoque permitió al alumnado avanzar progresivamente en la comprensión de contenidos neurobiológicos complejos, manteniendo la motivación y facilitando el aprendizaje.



Figura 6. Representación esquemática de la interacción entre una neurona GABAérgica, una neurona dopaminérgica y una neurona postsináptica con receptores dopaminérgicos, empleando la metáfora de “Dopamine Valley”. Se representa como los axones de las neuronas dopaminérgicas proyectan hacia otras áreas cerebrales, como el núcleo accumbens, donde liberan dopamina en función de la modulación inhibitoria mediada por GABA.



Figura 7. Representación gráfica de cómo la inhibición de una neurona inhibitoria incrementa la actividad de la neurona diana (desinhibición), mientras que su activación refuerza el efecto inhibitor (mayor supresión). Los “mineros” representan a las neuronas dopaminérgicas y los “sheriffs” a las GABAérgicas.

Posteriormente, se explicó el papel de la dopamina en el sistema de recompensa, diferenciando entre la actividad tónica (línea base dopaminérgica) y la actividad fásica (picos de dopamina). Se destacó el carácter dinámico de esta línea base y cómo puede verse modificada por distintos factores, planteando al alumnado preguntas que les permitieran reflexionar sobre las consecuencias de su alteración.

Para facilitar la comprensión de estos conceptos, se recurrió a ejemplos cotidianos, como la situación de recibir un mensaje de la persona que te gusta. A partir de este ejemplo, se explicó el concepto de error de predicción de recompensa, mostrando cómo la liberación de dopamina varía en función de la diferencia entre lo que se espera y lo que realmente ocurre: un mensaje inesperado genera un pico elevado, mientras que si ya se anticipa, la respuesta es menor, e incluso puede disminuir si el resultado es peor de lo esperado.

Este ejemplo se ilustra en la Figura 8.

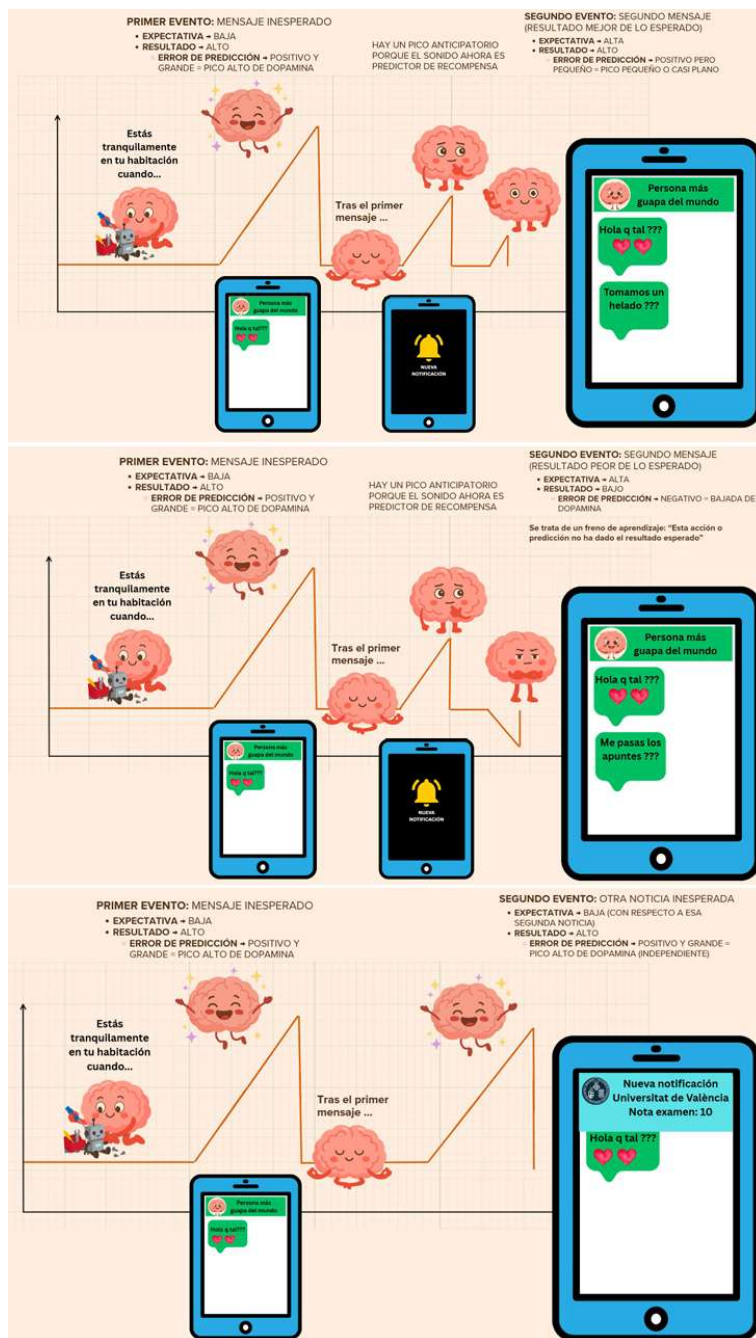


Figura 8. Representación gráfica del error de predicción de recompensa mediante situaciones cotidianas, ilustrando cómo la liberación de dopamina varía en función de la diferencia entre lo esperado y lo obtenido.

Finalmente, se presentaron brevemente otros neurotransmisores y neuromoduladores que participan en este sistema, representados en la Figura 9. Tras mencionar el papel de los opioides y los endocannabinoides, se estableció un vínculo que permitió introducir el fenómeno del placer. En este momento, se explicó la diferencia entre el deseo o la motivación y el placer, así como las distintas fases del proceso de recompensa: anticipación, consumo o logro, y refuerzo.

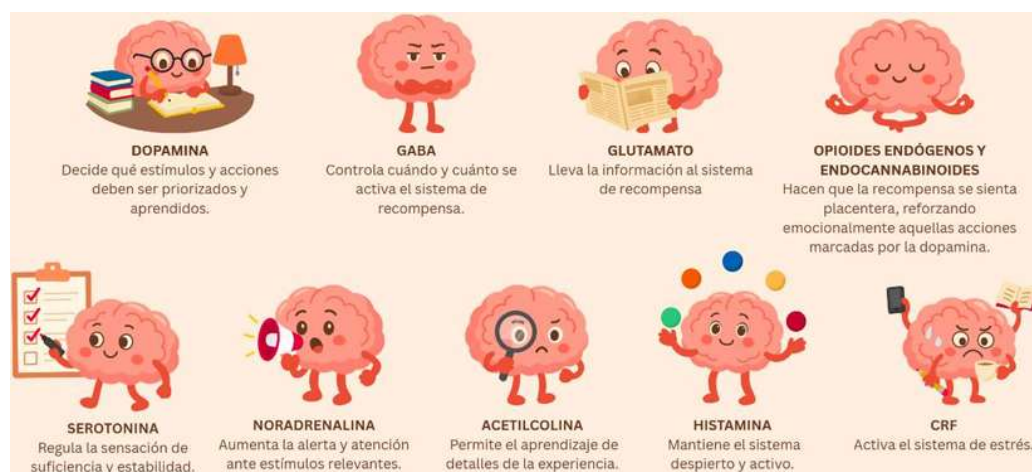


Figura 9. Representación de los principales neurotransmisores y neuromoduladores implicados en el sistema de recompensa, así como sus funciones generales en la regulación de la motivación, el aprendizaje, la atención, el estado de ánimo y la respuesta al estrés.

Tras esta explicación, se dio paso al segundo bloque de la sesión, centrado en el análisis de la acción de las sustancias y conductas adictivas sobre el sistema de recompensa.

3.5. AVALUACIÓ

La evaluación de este bloque se realizó de manera continua, observando la participación del alumnado en las distintas actividades, especialmente en la dinámica “Descifrando el mapa del valle”, lo que permitió comprobar si habían comprendido los contenidos trabajados previamente. Además, la evaluación se completó mediante cuestionarios realizados antes y después de la intervención, con el objetivo de ver la evolución del aprendizaje.

En general, el alumnado se mostró muy participativo y motivado, mostrando también una actitud competitiva durante las actividades. La gamificación creó un ambiente más divertido y dinámico, en el que los estudiantes se implicaron de verdad, lo que ayudó a mantener la atención y a entender mejor los contenidos.

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE 2:

“LA LLEGADA DE LOS FORAJIDOS: SE ACABÓ LA PAZ”

3.1 OBJECTIU ESPECÍFICS

GRAU SUPERIOR:

Objectius conceptuals : Comprender cómo actúan las principales drogas, cuáles son los mecanismos moleculares de la adicción y qué es la tolerancia y cuáles son sus bases neurológicas.

Objectius procedimentals : Analizar casos prácticos para identificar la sustancia o conducta responsable de los efectos observados, a través de la dinámica “Captura al forajido”.

Objectius actitudinals: Participar activamente en la resolución de las actividades y desarrollar un pensamiento crítico frente al consumo de sustancias.

SECUNDÀRIA:

Objectiu conceptuals : Reconocer cómo determinadas sustancias y conductas pueden alterar el funcionamiento del cerebro.

Objectiu procedimentals: Analizar casos prácticos para identificar la sustancia o conducta (adaptadas a su edad) responsable de los efectos observados, a través de la dinámica “Captura al forajido”.

Objectius actitudinals: Participar activamente en la resolución de las actividades y desarrollar un pensamiento crítico frente al consumo de sustancias.

3.2 COMPETÈNCIES ESPECÍFIQUES I SABERS BÀSICS (CONTINGUTS)

- Competencias específicas: STEM, CPSAA, CC, CCL (LOMLOE, RD 217/2022)
- Contenidos teóricos:
 - Mecanismos de acción de las distintas sustancias adictivas.
 - Bases neurobiológicas de la adicción.
 - Bases neurobiológicas del fenómeno de tolerancia.

3.4. DESCRIPCIÓ DETALLADA DE L'ACTIVITAT/SITUACIÓ D'APRENTATGE

Para explicar de forma amena el modo de acción de las diferentes sustancias y conductas adictivas, se desarrolló la actividad “Captura al forajido”. En ella, se proyectaba en la pizarra la imagen de una “víctima”, y los estudiantes debían identificar, a partir de los 15 cromos de los que disponían, cuál de los forajidos era el responsable. Cada cromo incluía por la parte de atrás información clave sobre las características de la sustancia o la conducta, facilitando la toma de decisiones de los alumnos. Una vez identificado el “forajido”, se realizaba una breve explicación sobre los efectos de la sustancia en el organismo, así como su mecanismo de acción a nivel molecular. Además, se presentaban curiosidades sobre la sustancia en sí, con el objetivo de captar la atención del alumnado.

En la Figura 10 se ejemplifica el desarrollo de una ronda del juego, mostrando la víctima planteada, el forajido identificado por el alumnado y la diapositiva explicativa de su mecanismo de acción. Tal y como se ilustra en esta figura se llevaron a cabo las 15 secuencias del juego, una para cada uno de los “forajidos”.



BILLY WHITAKER
El pistolero más rápido del pueblo

- Mandíbula constantemente tensa.
- Ojos muy abiertos.
- Cara sudorosa.
- Movimientos rápidos y bruscos.
- Habla muy deprisa, cambiando de tema constantemente.
- Se muestra excesivamente seguro de sí mismo.
- Toma decisiones impulsivas.
- Se toca la cara, la nariz y la mandíbula sin darse cuenta.
- Golpea la mesa con los dedos de forma repetitiva.
- Aprieta los puños cuando se excita o se enfada.
- Invade el espacio personal de las personas al hablar.
- Pasa de estar eufórico a irritable rápidamente.
- Se enfada con facilidad cuando algo no sale como espera.
- Tiene dificultad para relajarse y le cuesta reconocer el cansancio.

HA SIDO VÍCTIMA DE...

HA SIDO VÍCTIMA DE LA COCAÍNA

SE BUSCA

COLMILLO BLANCO

RECOMPENSA 1000000 FALSOS PLACERES

☆☆☆ ALTAMENTE ADICTIVA ☆☆☆

- Tipo de adicción:** QUÍMICA
- Tipo de droga:** EXCITADORA DEL SNC
- Características:**
 - Aumenta la energía de golpe.
 - Reduce el miedo al riesgo.
 - Incrementa impulsividad.
 - Produce sensación de poder e impulsividad exagerada.
 - Disminuye la tolerancia a la frustración.
 - Genera irritabilidad y agotamiento cuando desaparece el efecto.

¿CUÁLES SON LOS EFECTOS DE LA COCAÍNA A NIVEL DEL SISTEMA NERVIOSO?

La cocaína es un psicoestimulante potente que actúa principalmente bloqueando transportadores de neurotransmisores:

Los transportadores de neurotransmisores son los encargados de recoger los neurotransmisores liberados en la sinapsis y devolverlos a la neurona presináptica (donde son reciclados o degradados), con el objetivo de que la señal mediada por un neurotransmisor concreto finalice.

La cocaína es un inhibidor competitivo no selectivo de los transportadores de monoaminas:

- Transportador de dopamina (DAT).
- Transportador de norepinefrina (NET).
- Transportador de serotonina (SERT).

La transmisión de la señal es mucho más elevada y se sobreestiman las neuronas.

Hiperestimulación del SN SIMPÁTICO

EFFECTOS CENTRALES

- Euforia intensa.
- Aumento de energía.
- Impulsividad.
- Disminución cansancio.
- Disminución apetito.
- Irritabilidad.
- Ansiedad y paranoia (problemas psiquiátricos)

EFFECTOS CARDIOVASCULARES

- Vasoconstricción.
- Aumento de la presión arterial.
- Taquicardia.

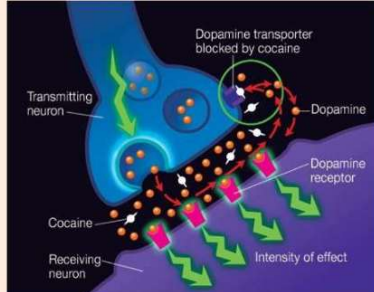
EFFECTOS FÍSICOS

- Sudoración.
- Tembor.
- Tensión muscular.
- Pupilas dilatadas.

Los efectos principales se deben a la inhibición específica del DAT

Hiperactivación del sistema de "estrés":

- Daño cardiovascular.
- Riesgo de infarto/ictus.
- Problemas pulmonares.



SABÍAS QUE...
El primer anestésico local natural usado fue la cocaína (1884) en oftalmología y odontología, ya que además de bloquear los transportadores de neurotransmisores, bloquea los canales de sodio voltaje-dependientes (Na⁺) en las neuronas, bloqueando así la percepción del dolor.



Desregula sistemas cerebrales y corporales fundamentales y tiene alto potencial de daño y adicción.

Figura 10. Ejemplo del desarrollo de una secuencia de la actividad “Captura al forajido”, en la que se presenta la víctima, se identifica al forajido correspondiente (la cocaína en este caso) y se expone la diapositiva explicativa de sus efectos y mecanismos de acción a nivel neurobiológico.

De manera intencionada, una vez resueltas las once víctimas relacionadas con sustancias químicas, se realizó un paréntesis en la actividad antes de continuar con los casos restantes. Esta pausa tuvo como objetivo introducir la idea de que, independientemente de que las sustancias se clasifiquen como estimulantes o depresoras del sistema nervioso central, todas ellas comparten un mismo efecto final sobre el sistema de recompensa: un aumento de dopamina en el circuito mesocorticolímbico. Esto es lo que favorece procesos de aprendizaje que contribuyen al desarrollo de la conducta adictiva.

Para facilitar la comprensión de esta idea se empleó la imagen mostrada en la Figura 12, basada en la narrativa de “Dopamine Valley”, en la que se ejemplifica como, aunque las distintas sustancias actúen aumentando directamente la liberación de dopamina (estimulantes) o a través de fenómenos de desinhibición (depresoras), el resultado final es común.

Asimismo, también se explicó que la vía de consumo condiciona directamente el potencial adictivo de una sustancia, ya que determina la velocidad con la que se produce el aumento de dopamina en el sistema nervioso.



Figura 12. Representación gráfica de los mecanismos de acción de distintas sustancias estimulantes y depresoras del sistema nervioso central. Se muestra cómo, a pesar de sus diferencias, todas ellas convergen en un aumento de dopamina en el circuito de recompensa.

Tras esta aclaración, se retomó la actividad con las cuatro víctimas restantes, correspondientes a las adicciones conductuales, y se estableció una comparación final para que el alumnado comprendiera que, aunque no exista una sustancia química externa, también provocan un aumento de dopamina en el sistema, mediante mecanismos como el error de predicción de recompensa.

Por último, para finalizar este segundo bloque, se presentó el fenómeno de la tolerancia, explicando cómo la exposición repetida a una sustancia o conducta provoca adaptaciones en el sistema de recompensa que reducen su respuesta inicial.

3.5. AVALUACIÓ

La evaluación de este bloque se realizó de forma continua a través de la observación de la participación del alumnado en la actividad "Captura al forajido", lo que permitió comprobar si eran capaces de identificar correctamente la sustancia o conducta responsable de los efectos planteados.

Además, al igual que en la primera situación de aprendizaje, la evaluación se completó mediante cuestionarios realizados antes y después de la intervención

En general, el alumnado se mostró muy implicado en la dinámica, destacando la actitud participativa y competitiva durante el desarrollo del juego. La actividad resultó motivadora y favoreció la aplicación práctica de los contenidos, facilitando su comprensión.

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE 3:

“LA GRAN ABSTINENCIA: LA HUÍDA DE LOS FORAJIDOS”

3.1 OBJECTIU ESPECÍFICS

GRAU SUPERIOR:

Objectius conceptuals : Comprender las bases neurobiológicas de la abstinencia y la recaída, así como los factores de riesgo, métodos de prevención y tratamientos para las adicciones.

Objectius procedimentals : Analizar situaciones relacionadas con el consumo y la recuperación y debatir acerca de los factores de riesgo, las estrategias de prevención y los posibles tratamientos, argumentando ideas de forma crítica.

Objectius actitudinals: Desarrollar una actitud reflexiva y responsable frente a las conductas adictivas y valorar la importancia de la prevención, la educación para la salud y la toma de decisiones informadas.

SECUNDÀRIA:

Objectiu conceptuals : Comprender que los efectos de las adicciones pueden mantenerse incluso tras dejar el consumo.

Objectiu procedimentals: Reflexionar sobre situaciones cotidianas relacionadas con la toma de decisiones en relación con el consumo o las conductas adictivas.

Objectius actitudinals: Fomentar el pensamiento crítico y la toma de decisiones responsables.

3.2 COMPETÈNCIES ESPECÍFIQUES I SABERS BÀSICS (CONTINGUTS)

- Competencias específicas: CPSAA, CC, CCL (LOMLOE, RD 217/2022)
- Contenidos teóricos:
 - Principales consecuencias de la adicción.
 - Bases neurobiológicas de las recaídas.
 - Tratamiento, prevención y factores de riesgo de la adicción.

3.4. DESCRIPCIÓ DETALLADA DE L'ACTIVITAT/SITUACIÓ D'APRESENTATGE

En primer lugar, se explicó la idea de abstinencia, haciendo hincapié en que, aunque algunos síntomas físicos puedan desaparecer con el tiempo, la neuroadaptación permanece, manteniendo un estado de vulnerabilidad en el individuo mucho después de la desaparición de la sustancia o la conducta.

Posteriormente, se introdujo el concepto de recaída, explicando que esta no suele deberse a la abstinencia física, sino principalmente a factores como señales ambientales, estrés o estados emocionales negativos. En este contexto, se mostró al alumnado como los estímulos previamente asociados al consumo pueden activar el sistema de recompensa incluso en ausencia de la sustancia. Para explicar este concepto de una manera visual se empleó la imagen mostrada en la Figura 13.

Con el objetivo de reforzar estos contenidos, se retomó el ejemplo tratado en la primera parte de la sesión, “¡Ilego al McDonald’s y me como un Big Mac”, y se reformuló adaptándolo a un contexto asociado al consumo de sustancias: “¡Ilego a la discoteca y consumo cocaína”, tal y como se muestra en la Figura 14.

Esta comparación, permitió al alumnado comprender que, en ambos casos, se activan los mismos circuitos del sistema de recompensa, aunque el grado de activación no sea el mismo. Se destacó que las adicciones eran una versión “hiperpotenciada” de las recompensas naturales.

Con este ejemplo se cierra el círculo iniciado al comienzo de la sesión, integrando los contenidos trabajados y facilitando una comprensión global del fenómeno.



Figura 13. Representación ilustrada de cómo los estímulos asociados al consumo pueden activar el sistema de recompensa y generar deseo de consumir, debido a procesos de aprendizaje mediados por la dopamina.



Figura 14. Ejemplo aplicado del funcionamiento del sistema de recompensa a través de una situación asociada al consumo de drogas, en el que se ilustra la secuencia de activación de las distintas estructuras cerebrales.

Finalmente, se planteó un debate en el que se discutieron cuestiones relacionadas con el tratamiento de las adicciones, los factores de riesgo y las estrategias de prevención. En concreto, el debate giró en torno a tres preguntas:

- Si la adicción implica cambios neuronales, ¿es suficiente la fuerza de voluntad para superarla?
- Creéis que en el colegio se enseña lo suficiente sobre cómo funciona el cerebro y el sistema de recompensa?
- Si la adicción surge cuando vulnerabilidad y contexto coinciden, ¿cuál de las dos creéis que es más importante prevenir?

3.5. AVALUACIÓ

Aunque esta evaluación también se complementó con los cuestionarios realizados antes y después de la intervención, el debate constituyó el elemento más significativo, ya que permitió valorar en mayor profundidad la comprensión del alumnado, así como su capacidad crítica y su posicionamiento frente a las conductas de riesgo.

En general, el alumnado mostró una actitud participativa y reflexiva, aportando ideas y opiniones propias, lo que evidenció la interiorización de los contenidos trabajados y la conexión de estos con su vida cotidiana.

5. CONCLUSIONS

Principals conclusions extretes per l'equip en el procés d'elaboració del projecte

El desarrollo de este proyecto ha permitido comprobar que metodologías como la gamificación, el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje-servicio son muy eficaces para enseñar contenidos complejos como la neurobiología de las adicciones. El uso del entorno ficticio “Dopamine Valley” ha facilitado mucho la comprensión, haciendo los conceptos más visuales y cercanos.

Además, se ha visto que el alumnado de grado superior no solo comprende mejor los contenidos, sino que también es capaz de adaptarlos y explicarlos, lo que refuerza su aprendizaje. Por otro lado, en el alumnado de ESO se ha observado interés, participación y una mayor conciencia sobre las conductas de riesgo.

Con el fin de evaluar el aprendizaje del alumnado, se llevó a cabo un cuestionario tipo test de 10 preguntas al inicio de las sesiones que, tras su impartición, los propios alumnos corrigieron empleando un color distinto. Posteriormente, se corrigieron tanto las respuestas de la prueba inicial como las correcciones de dichas preguntas, con el objetivo de comparar los conocimientos previos sobre la neurobiología de las adicciones con los conocimientos adquiridos tras finalizar las sesiones.

Los resultados obtenidos muestran una mejora significativa entre la evaluación inicial y final:

- Nota media evaluación inicial: 4,6/10
- Nota media evaluación final: 8,2/10

Estos datos evidencian una clara adquisición y comprensión de los contenidos trabajados durante las sesiones, sugiriendo que la metodología empleada, basada en la gamificación narrativa, ha sido eficaz para facilitar la asimilación de conceptos complejos relacionados con la neurobiología.

Conclusions dels alumnes:

Con el objetivo de conocer la opinión de los alumnos acerca de la experiencia, al finalizar las sesiones se llevó a cabo una evaluación basada en cinco ítems valorados mediante una escala del 1 al 5. Además, se incluyó un apartado de respuesta abierta en el que los estudiantes podían indicar qué aspectos les habían gustado más y cuáles menos, aportando así una evaluación más subjetiva de la experiencia.

Los resultados muestran una valoración muy positiva por parte del alumnado, ya que la mayoría de las respuestas se sitúan en la categoría más elevada de la escala (entorno al 4,8/5 de media).

En relación con las preguntas abiertas, la mayoría de los estudiantes destacaron como aspectos más positivos el uso del entorno ficticio de “Dopamine Valley”, la narrativa de la historia, las dinámicas de juego y los materiales. Por el contrario, en cuanto a los aspectos menos valorados, aunque la mayoría de los alumnos no señalaron ningún elemento negativo, algunos mencionaron que les habría gustado disponer de más tiempo para desarrollar las actividades o profundizar en determinados contenidos.

Conclusions de l'equip docent:

El equipo docente se mostró muy satisfecho con el desarrollo del proyecto, tanto en el contexto del grado superior como en Educación Secundaria. Se destacó especialmente la implicación del alumnado, el buen funcionamiento de las actividades y la capacidad de la propuesta para facilitar la comprensión de contenidos complejos de forma dinámica y motivadora.

6. VALORACIÓ DEL PROJECTE

La valoración global del proyecto es muy positiva, ya que ha permitido desarrollar una propuesta didáctica dinámica, motivadora y adaptada a distintos niveles educativos.

Uno de los aspectos más destacables ha sido el alto grado de participación y motivación del alumnado, especialmente gracias al enfoque narrativo y a las actividades, que han contribuido a crear un ambiente de aprendizaje dinámico.

Asimismo, la experiencia ha resultado especialmente enriquecedora en el caso del alumnado de grado superior, al permitirles asumir un papel activo en la transmisión de conocimientos, reforzando no solo su aprendizaje, sino también sus habilidades comunicativas y sociales. Además, los cuestionarios de evaluación realizados antes y después de la intervención mostraron un aumento significativo en la comprensión de los contenidos teóricos.

En conjunto, el proyecto ha supuesto una experiencia educativa satisfactoria y transferible a otros contextos, destacando su potencial para la enseñanza de contenidos científicos desde un enfoque innovador.

7. IMATGES DEL DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE

Todas las imágenes incluidas en este trabajo cuentan con el consentimiento informado y firmado de las personas participantes, garantizando el cumplimiento de la normativa vigente en materia de protección de datos y uso de imágenes.



Figura 15. Imágenes tomadas durante las actividades “Descifrando el mapa del valle” y “Captura al forajido”.



Figura 16. Imagen tomada tras la entrega de premios, al finalizar la impartición de las sesiones.



Figura 17. Imágenes tomadas durante la impartición de las sesiones por parte del alumnado de grado superior, a los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria, como componente de servicio del proyecto.

Imágenes obtenidas en Expociencia:

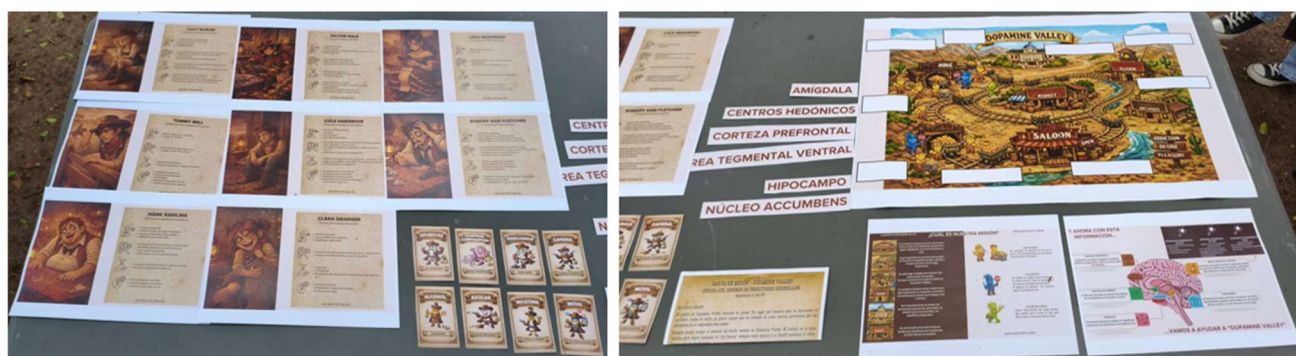


Figura 18. Imágenes de los materiales empleados para las actividades en Expociencia.



Figura 19. Imagen tomada durante el desarrollo de Experiencia.

Imágenes detalladas de los materiales empleados durante las sesiones:



Figura 20. Mapa de "Dopamine Valley" y material suplementario para el desarrollo de la actividad "Descifrando el mapa del valle".

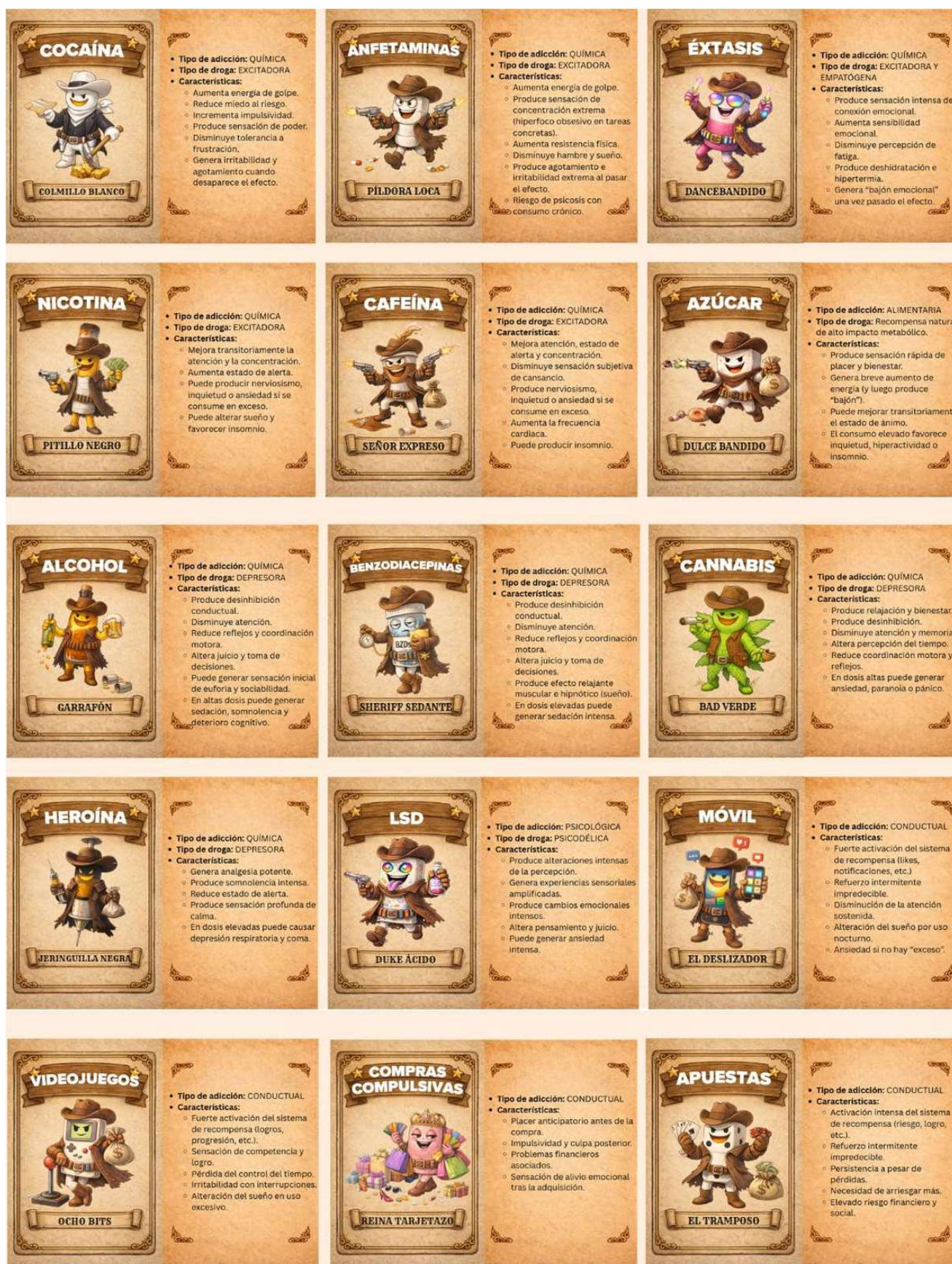


Figura 21. Cromos de los "forajidos" de "Dopamine Valley", en los que se personifican distintas sustancias y conductas adictivas (parte delantera) junto con sus principales características y efectos sobre el sistema nervioso central (parte trasera).

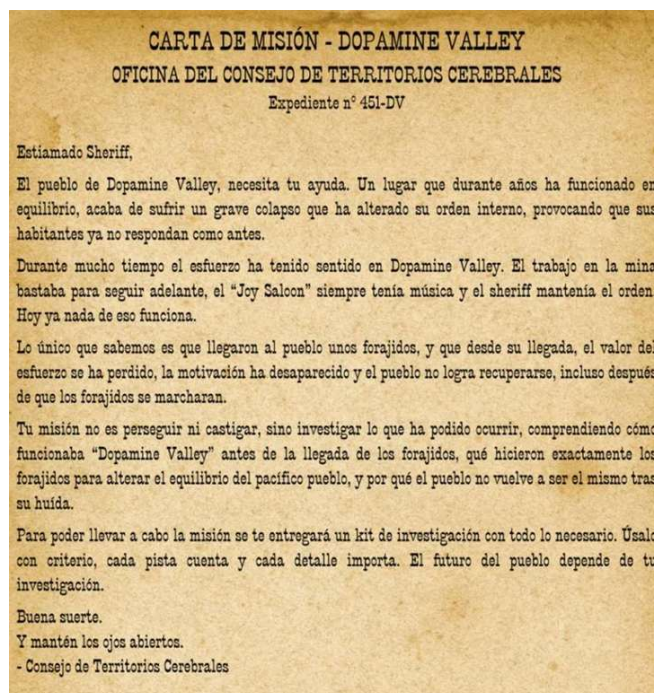


Figura 22. Carta de introducción a la narrativa de “Dopamine Valley”.



Figura 23. Representación visual de la estructura narrativa empleada durante la sesión, inspirada en una trilogía del lejano oeste.



Figura 24. Cartas de recompensa utilizadas durante las dinámicas de juegos como refuerzo positivo por la resolución correcta de las preguntas planteadas.

8. EXPOSICIÓ DE LES DIFICULTATS PER DESENVOLUPAR EL PROJECTE

La principal limitación del proyecto ha sido el tiempo disponible para el desarrollo de las sesiones, ya que aunque se pudieron trabajar los contenidos y actividades previstas, se podrían haber profundizado algunos aspectos y ampliado determinadas dinámicas. En este sentido, el alumnado mostró una actitud muy positiva a lo largo de toda la intervención, participando activamente y favoreciendo el buen desarrollo de las sesiones, por lo que la limitación no se relaciona con su implicación, sino con la duración de la actividad.

9. BIBLIOGRAFIA

- Abraham, K. P., Salinas, A. G., & Lovinger, D. M. (2017). Alcohol and the brain: Neuronal molecular targets, synapses, and circuits. *Neuron*, 96(6), 1223–1238. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.10.032>
- Batlle, R. (2011). *Aprendizaje-servicio en España: El contagio de una revolución pedagógica necesaria*. PPC.
- Beaulieu, J. M., & Gainetdinov, R. R. (2011). The physiology, signaling, and pharmacology of dopamine receptors. *Pharmacological Reviews*, 63(1), 182–217.
- Berridge, K. C., & Kringelbach, M. L. (2008). Affective neuroscience of pleasure: Reward in humans and animals. *Psychopharmacology*, 199(3), 457–480. <https://doi.org/10.1007/s00213-008-1099-6>
- Berridge, K. C., & Kringelbach, M. L. (2015). Pleasure systems in the brain. *Neuron*, 86, 646–664.
- Berridge, K. C., & Robinson, T. E. (2016). Liking, wanting, and the incentive-sensitization theory of addiction. *American Psychologist*, 71(8), 670–679. <https://doi.org/10.1037/amp0000059>
- Carhart-Harris, R. L., & Friston, K. J. (2019). REBUS and the anarchic brain: Toward a unified model of the brain action of psychedelics. *Pharmacological Reviews*, 71(3), 316–344. <https://doi.org/10.1124/pr.118.017160>
- Castillo, P. E., Younts, T. J., Chávez, A. E., & Hashimoto, Y. (2012). Endocannabinoid signaling and synaptic function. *Neuron*, 76(1), 70–81. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.09.020>
- Compton, W. M., Valentino, R. J., & DuPont, R. L. (2021). Polysubstance use in the U.S. opioid crisis. *Molecular Psychiatry*, 26(1), 41–50. <https://doi.org/10.1038/s41380-020-00949-3>
- Dani, J. A., & Heinemann, S. (1996). Molecular and cellular aspects of nicotine abuse. *Neuron*, 16(5), 905–908. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(00\)80113-5](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(00)80113-5)
- Furco, A. (1996). Service-learning: A balanced approach to experiential education. In B. Taylor (Ed.), *Expanding boundaries: Serving and learning* (pp. 2–6). Corporation for National Service.
- Goldstein, R. Z., & Volkow, N. D. (2011). Dysfunction of the prefrontal cortex in addiction: Neuroimaging findings and clinical implications. *Nature Reviews Neuroscience*, 12(11), 652–669. <https://doi.org/10.1038/nrn3119>
- Grace, A. A. (2016). Dysregulation of the dopamine system. *Nature Reviews Neuroscience*, 17, 524–532.
- Haber, S. N., & Knutson, B. (2010). The reward circuit: Linking primate anatomy and human imaging. *Neuropsychopharmacology*, 35(1), 4–26. <https://doi.org/10.1038/npp.2009.129>
- Hyman, S. E., Malenka, R. C., & Nestler, E. J. (2006). Neural mechanisms of addiction: The role of reward-related learning and memory. *Annual Review of Neuroscience*, 29, 565–598.

- Kalivas, P. W. (2009). The glutamate homeostasis hypothesis of addiction. *Nature Reviews Neuroscience*, 10, 561–572.
- Kandel, E. R., Koester, J. D., Mack, S. H., & Siegelbaum, S. A. (2021). *Principles of Neural Science* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Koob, G. F. (2015). The dark side of emotion: The addiction perspective. *European Journal of Pharmacology*, 753, 73–87.
- Koob, G. F., & Volkow, N. D. (2010). Neurocircuitry of addiction. *Neuropsychopharmacology*, 35(1), 217–238. <https://doi.org/10.1038/npp.2009.110>
- Koob, G. F., & Volkow, N. D. (2016). Neurobiology of addiction: A neurocircuitry analysis. *The Lancet Psychiatry*, 3(8), 760–773. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(16\)00104-8](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(16)00104-8)
- Lu, H. C., & Mackie, K. (2016). An introduction to the endogenous cannabinoid system. *Biological Psychiatry*, 79(7), 516–525. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2015.07.028>
- Martin, D. A., & Nichols, C. D. (2016). Psychedelics recruit multiple cellular types and produce complex transcriptional responses within the brain. *EBioMedicine*, 11, 262–277. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.08.049>
- McLellan, A. T., Lewis, D. C., O'Brien, C. P., & Kleber, H. D. (2000). Drug dependence, a chronic medical illness. *JAMA*, 284(13), 1689–1695. <https://doi.org/10.1001/jama.284.13.1689>
- Ministerio de Sanidad. (2023). *Encuesta sobre uso de drogas en enseñanzas secundarias en España (ESTUDES 2023)*. Delegación del Gobierno para el Plan Nacional sobre Drogas.
- Robinson, T. E., & Berridge, K. C. (2008). The incentive sensitization theory of addiction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363(1507), 3137–3146.
- Roque Bravo, R., Faria, A. C., Machado Brito-da-Costa, A., Carmo, H., Mladěnka, P., Dias da Silva, D., & Remião, F. (2022). Cocaine: An updated overview on chemistry, detection, biokinetics, and pharmacotoxicological aspects including abuse pattern. *Molecules*, 27(19), 6640. <https://doi.org/10.3390/molecules27196640>
- Rothenhoefer, K. M., Hong, T., Alikaya, A., & Stauffer, W. R. (2021). Rare rewards amplify dopamine responses. *Nature Neuroscience*, 24(4), 465–469. <https://doi.org/10.1038/s41593-021-00800-w>
- Russo, S. J., & Nestler, E. J. (2013). The brain reward circuitry in mood disorders. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(9), 609–625. <https://doi.org/10.1038/nrn3381>
- Schultz, W. (2015). Neuronal reward and decision signals: From theories to data. *Physiological Reviews*, 95(3), 853–951. <https://doi.org/10.1152/physrev.00023.2014>
- Schultz, W. (2016). Dopamine reward prediction-error signalling. *Nature Reviews Neuroscience*, 17, 183–195.
- Sigel, E., & Steinmann, M. E. (2012). Structure, function, and modulation of GABA-A receptors. *Journal of Biological Chemistry*, 287(48), 40224–40231. <https://doi.org/10.1074/jbc.R112.386664>
- Volkow, N. D., & Morales, M. (2015). The brain on drugs: From reward to addiction. *Cell*, 162(4), 712–725.
- Volkow, N. D., Wang, G. J., Fowler, J. S., & Tomasi, D. (2012). Addiction circuitry in the human brain. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 52, 321–336.