

Máster en profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas

Especialidad en Biología y Geología

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2019-2020**

Uso de enseñanza por analogía para el tema “el sistema nervioso”, en primero de bachiller

Use of explanation by analogy in the topic “the nervous system”, in the first year of academic high school teaching

Autor: Raúl Las Heras Catalán

Directora: María del Carmen Ceamanos Valero



**Universidad
Zaragoza**



ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	2
Presentación personal y del currículum académico	2
Contexto del centro	4
Presentación del trabajo	5
II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE 2 ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM	7
Actividad 1: Creación de formularios y encuestas	7
Actividad 2: Infografías	10
III. PROPUESTA DIDÁCTICA	11
A. Título y nivel educativo	11
B. Evaluación inicial	13
C. Objetivos	15
D. Justificación (Marco teórico)	16
IV. PROPUESTA DIDÁCTICA. ACTIVIDADES	21
V. EVALUACIÓN FINAL	30
VI. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA	34
VII. CONCLUSIONES	37
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
IX. ANEXOS	42

I. INTRODUCCIÓN

El presente documento es un trabajo de fin de máster del Máster Universitario en Profesorado E.S.O., Bachillerato, F.P. y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas (especialidad Biología y Geología) de la Universidad de Zaragoza, elaborado durante el curso académico 2019-2020. Este Máster tiene como objeto capacitar a los futuros docentes aportándoles conocimientos en psicología, pedagogía y didáctica que complementen los que ya poseían al cursar las carreras de sus respectivas disciplinas académicas.

Presentación personal y del currículum académico

Mi nombre es Raúl Las Heras Catalán, alumno del Máster Universitario en Profesorado E.S.O., Bachillerato, F.P. y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas (especialidad Biología y Geología).

Durante este periodo, he tenido la oportunidad y el privilegio de poder adquirir conocimientos teóricos, y algunos prácticos, de cara al ejercicio docente de enseñanzas regladas ya citadas anteriormente.

El desarrollo de mi actividad laboral, ha podido diversificarse durante algunos periodos, permitiéndome el acceso a impartir contenidos de enseñanzas regladas. Mi actividad como profesor, en enseñanzas no regladas, siempre ha sido muy satisfactoria, además de permitirme articular un discurso lo suficientemente eficaz para transmitir a mis alumnos, de diferentes grados de formación, conocimientos y técnicas para que ellos pudieran alcanzar sus objetivos académicos, a la vez que progresaban en autonomía y resultados.

Cabe destacar que, preferentemente, he impartido clases a universitarios y a bachilleres. Entre las asignaturas que he impartido citaré algunas como: Fisiología, Biofísica, Bioquímica Metabólica 1 y 2, Química Analítica y Química Orgánica, Biología Molecular, preparación de oposiciones para cuerpos de titulados superiores en laboratorio de Análisis Químico y biológico, ... en carreras como Farmacia, Biotecnología, Enfermería, Veterinaria, Nutrición, CTA... y oposiciones para titulados en grados o licenciaturas.

En el marco de enseñanza secundaria siempre me he centrado -preferentemente- en primero y segundo de bachiller, principalmente en Química, aunque también he impartido Física, Matemáticas y Biología.

Mi objetivo, al matricularme en este Máster, no era otro que obtener la cualificación necesaria para poder ejercer también en enseñanzas regladas y expandir mis opciones laborales, a la vez que me permitiría aumentar la cantidad de alumnos que pudieran beneficiarse, si fuese el caso, de mi actividad docente con una visión multidisciplinar. Quiero señalar que la evolución de esta práctica me ha aportado una inmensa satisfacción, mayor que en pocas actividades en mi desarrollo profesional.

En mi currículum académico aparecen anotadas la Licenciatura de Veterinaria en la especialidad de Producción Animal y Economía Agraria, junto con el certificado de

homologación para realizar procedimientos con animales de experimentación (BOA No 241, 10/12/2014), así como la Licenciatura en Bioquímica, ambas por la Universidad de Zaragoza.

También me gustaría mencionar diferentes cursos:

VII curso nacional de trasplante de órganos, terapia génica y células madre. (Universidad de Zaragoza).

Curso “Técnico en impresión 3D” por la Universidad de Zaragoza. Dirigido por el Dr. David Ranz Angulo.

Curso de aplicaciones actuales de la producción animal en veterinaria. (Universidad de Zaragoza).

Cursos profesionales de cunicultura. gestión, inseminación artificial y patología. (Real escuela de avicultura).

Curso agenda 2000 y PAC.

Toda esta formación y cursos apuntados, tienen utilidad desde el punto de vista práctico para la docencia, ya que aportan conocimientos tanto de experimentación, agricultura, biología y tecnologías para su aplicación, al igual que pueden mejorar el discurso narrativo para nuestros alumnos, tocando diferentes áreas del conocimiento, la economía y la sociedad que pueden despertar en ellos interés por las ciencias.

En términos generales para mi futura actividad docente también señalaré:

En relación a la actividad profesional:

Director de calidad en empresas alimentarias.

Sustituciones en el área de sanidad DGA.

Asesor tecnológico en el sector de telecomunicaciones para empresas.

Otras posiciones de responsabilidad en distintos sectores.

Creación de empresas.

Otras actividades:

Organización de eventos. Spanish center (Brisbane, Australia).

Monitor de disminuidos psíquicos. FEAPS Aragón.

Pertenencia a grupos de desarrollo de Ubuntu launchpad.

Publicaciones:

Entre las alcantarillas (I premio de poesía joven Ildefonso Manuel gil. Ed. Tierra. 2001).

La gestión de equipos, organización de actividades, atención a la diversidad... son también elementos que se destacan en este grupo de actividades realizadas, que son sumamente útiles a la hora de presentarse, interaccionar, transmitir y guiar a nuestro alumnado.

Contexto del centro

UBICACIÓN Y ENTORNO

El Instituto Ramón y Cajal es un centro educativo público perteneciente al ámbito de gestión del Gobierno de Aragón. Está situado en la calle Ramón Pignatelli, en la zona centro de la ciudad y en el límite del Casco histórico; concretamente, entre las calles Paseo María Agustín, Conde Aranda y la zona de San Pablo, zonas muy dispares en cuanto al nivel socioeconómico y cultural. El Casco histórico está en pleno proceso de transformación, coexistiendo calles y edificios antiguos y bastantes deteriorados, con una población envejecida, de bajo nivel económico y en riesgo de exclusión, con nuevas viviendas habitadas por población de un nivel socioeconómico y cultural más alto. Este hecho sugiere la diversidad de intereses y de expectativas académicas y profesionales que presenta el alumnado del centro y sus familias.

En cuanto a servicios culturales la situación del IES es privilegiada por la proximidad a organismos institucionales, como los dependientes del Gobierno de Aragón y monumentos y centros culturales como La Aljafería, los museos Pablo Serrano y Pablo Gargallo, el centro Caixaforum, la Zaragoza romana con los museos de las Termas romanas, del Foro y del puerto fluvial de Cesaraugusta, el Paraninfo universitario donde se ubica el Museo de Ciencias naturales, el Palacio de Montemuzo, el palacio de Sástago y el Museo Camón Aznar, la Biblioteca para Jóvenes Cubit y, por último, hacer mención expresa al Centro Joaquín Roncal, con el que nos une una estrecha relación.

El Instituto está, en consecuencia, en una zona de contrastes que se refleja en su labor diaria y en las características y necesidades del alumnado al que se atiende.

CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD EDUCATIVA:

Características singulares del alumnado.

El alumnado de ESO procede, en su mayoría, del CEIP "Joaquín Costa" y del CEIP "Santo Domingo" tras haber cursado las etapas de Educación Infantil y Educación Primaria en dichos centros. Ello hace que se prolonguen en el instituto los vínculos entre ellos y ellas, ya sean de amistad, compañerismo y respeto mutuo; ya sean de desencuentro, enfrentamiento y animadversión, vínculos que, en muchos casos, llegan a condicionar las peticiones que realizan las familias en el momento de realizar la matrícula.

No obstante, el instituto se ve muy condicionado por el número de alumnos y alumnas que finalizan 6º de Primaria en dichos centros y por la variabilidad de unos años a otros. De ahí que también se incorpore a él alumnado procedente de otros centros educativos:

En 1º de ESO: un alto porcentaje elige el instituto en el proceso de escolarización y un porcentaje residual, en algunos casos inexistente, es remitido por el Servicio Provincial.

En 2º de ESO, 3º de ESO y 4º de ESO, el alumnado procede del propio centro y un porcentaje muy pequeño se incorpora de otros Institutos, centros concertados y/o

privados y por incorporación tardía, tratándose en bastantes casos de alumnos y alumnas repetidores.

Parte del alumnado presenta necesidades específicas de apoyo educativo, entre los cuales se completan o superan los porcentajes de alumnado con necesidades educativas especiales. Por lo que se refiere al desconocimiento del español, en los últimos años, su número es cada vez más reducido, aunque se siguen dando casos de alumnado de incorporación tardía con desconocimiento total del español.

El alumnado del PCI (Programa de Cualificación Inicial), al tratarse de un Programa con Aulas profesionales especiales tiene unas características particulares, fruto de la diversidad de necesidades educativas especiales que presentan, variando también los centros educativos de procedencia, ya sea local o provincial, de un año a otro.

Además, se viene constatando que, respecto a sus necesidades específicas de apoyo educativo, la mayor parte del alumnado que cursa este programa presenta necesidades educativas especiales asociadas a una discapacidad intelectual, un bajo porcentaje debido a trastornos graves de conducta o asociadas a un trastorno del espectro autista.

Parte del alumnado presenta además desconocimiento del español, aunque su número se ha visto reducido en los últimos cursos.

También se constata que, respecto a los centros educativos de procedencia: la mayor parte procede de Institutos y centros concertados de Zaragoza capital, incluido el Instituto "Ramón y Cajal", un menor porcentaje lo hace de Institutos y centros concertados de la provincia. La mayoría de este alumnado estaba cursando ESO antes de su incorporación al Programa, mientras que una minoría había cursado otro PCI o estaba sin escolarizar.

El alumnado de Bachillerato procede en su mayor parte de los estudios de Educación Secundaria Obligatoria del propio centro, aunque en estos últimos años se ha observado un incremento en el alumnado procedente de centros concertados próximos al centro o de otros institutos de Zaragoza capital.

En 2º curso de Bachillerato, la práctica totalidad del alumnado viene de cursar el primer curso en el propio centro junto con alumnado repetidor de forma total o parcial en algunas materias.

Como conclusión, podemos indicar que el centro educativo acoge a jóvenes que presentan una gran diversidad cultural, social y económica que provienen de múltiples sistemas educativos extranjeros.

Esta elevada diversidad, curricular, social, económica y, en el fondo de intereses personales, configura, en esencia, la vida académica del Instituto. Por tanto, la atención a la diversidad va a constituir la esencia del proceso educativo de los estudiantes.

Presentación del trabajo

En el presente trabajo de fin de máster se analizará de forma crítica las competencias que deberían ser adquiridas en el marco teórico de determinadas asignaturas cursadas así como la evaluación y presentación de las actividades que hubiesen sido realizadas por nuestros

alumnos durante el periodo de prácticas en el instituto de enseñanza secundaria Ramón y Cajal de Zaragoza.

Inspeccionaremos la inserción curricular de nuestra unidad didáctica impartida a la vez que realizamos una justificación de las metodologías y las actividades realizadas, como así consecuentemente buscaremos elementos de mejora y/o aplicabilidad en ambientes diferentes al realizado.

También dada la condición del presente trabajo, se transluce la necesidad de objetivarlo desde una visión holística, relacionando el corpus de elementos teóricos y su transposición en la actividad docente en las prácticas.

II. ANÁLISIS CRÍTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN DOS ASIGNATURAS DEL MÁSTER

Debido a la situación de confinamiento, subsecuente a la pandemia del COVID-19, y siendo esencial el uso de TICs para el desarrollo de la labor docente durante este periodo, resumiremos una serie de actividades útiles, que realizamos en el marco de la asignatura Tecnologías de la información y de la comunicación para el aprendizaje, que nos aportaron conocimientos y competencias, para trasponer el uso de múltiples herramientas - relacionadas con TICs - a la labor docente:

Actividad 1: Creación de formularios y encuestas

Las nuevas tecnologías nos ofrecen la posibilidad de utilizar distintas aplicaciones, para poder recoger información de encuestas, y permitir una interacción pública, a la vez que obtenemos una retroalimentación casi inmediata, que nos mejora la formación de estadísticas, revelándonos, también, su utilidad como herramienta, tanto evaluativa como docente, en un amplio abanico de posibilidades.

En esta actividad, se nos informó de múltiples aplicaciones que podríamos utilizar para generar encuestas, exámenes, ... a la vez que se nos exigía la elaboración de fichas, en las que analizábamos estas herramientas trabajadas, para su posible uso, en el marco del desarrollo de nuestra actividad como profesores de secundaria:

SurveyMonkey, Mentimeter, Google Forms..., fueron algunas de las muchas herramientas inspeccionadas, algunas de ellas, como SurveyMonkey y Google Forms, las elegimos para nuestra actividad, ya que permitían su uso en múltiples plataformas (móviles, tablets y ordenadores) y evidencian una estética elegante y limpia. Estas herramientas nos dan información directa e inmediata, y nos permiten evaluar tanto globalmente como por partes, a la vez que analizar la información mediante la generación de informes, que podemos sectorizar por elementos de nuestra unidad, por alumnos...

En nuestro prácticum hemos tenido la posibilidad de utilizar Google Forms, ver lo realmente valioso y la información que podemos extraer, tanto globalmente como particularmente, en un aspecto en concreto de esa evaluación, para poder mejorar y adaptar tanto metodologías como actividades, para ayudar de nuestro alumnado a obtener mejores resultados. (Datos reales de la evaluación de nuestros alumnos en Google Forms).



Figura 1. Gráfica con los resultados de nuestro examen tipo test realizado con Google Forms.

El uso de estas herramientas no solo se ha centrado en la realización de exámenes, sino que, además, podemos realizar cualquier tipo de evaluación, ya sea de nuestra labor docente, de la actividad de los alumnos, o de algún elemento puntual, sobre el que queramos extraer y analizar la información, con la opinión de nuestros estudiantes.

Otras aplicaciones, que hemos utilizado y aplicado en esta actividad, que nos han resultado imprescindibles:

Moddle, Schoology, Google Classroom... Entornos magníficos para informar, compartir materiales, examinar... a nuestros alumnos, de una manera simple e intuitiva. En nuestro prácticum, hemos utilizado tanto Schoology, como Google Classroom, ambas igual de válidas. Preferentemente deberíamos usar una única plataforma para simplificar, y teniendo todo el entorno Google, sería Classroom nuestra primera elección.

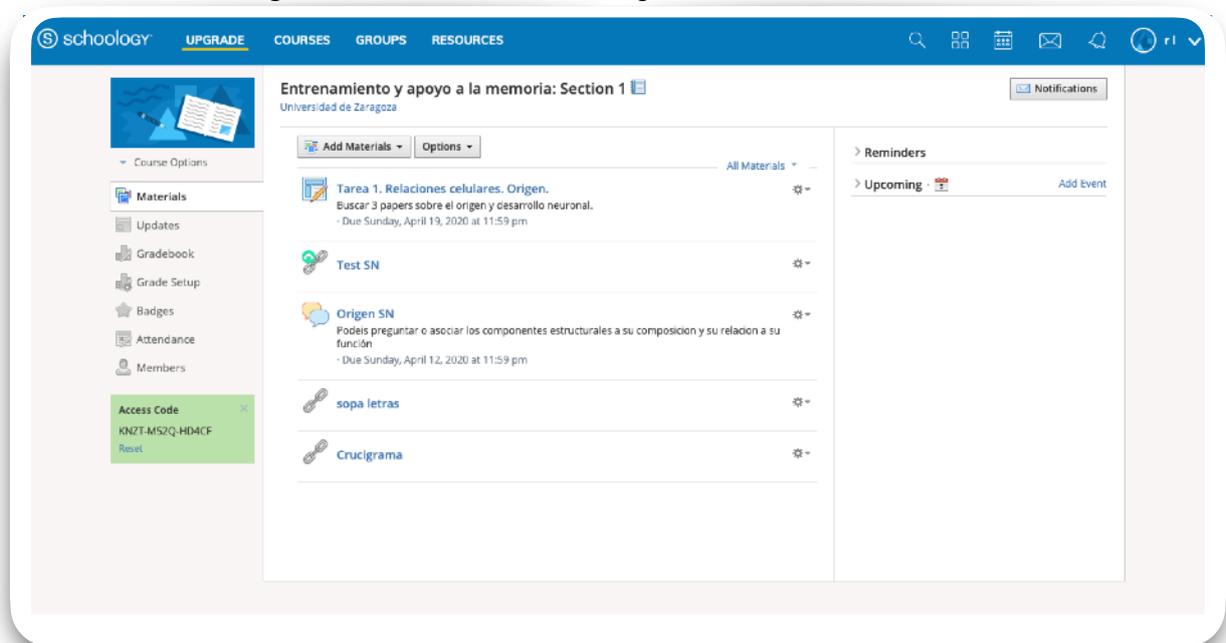


Figura 2. Imagen de curso creado con nuestra unidad didáctica en Schoology.

En la clase creada en Schoology, evidenciada en la figura anterior, podemos observar la presencia de distintas actividades, desde sopas de letras, crucigramas, formularios realizados con SurveyMonkey, foros de debate, hasta espacios donde presentar tareas.

Para la creación de clases online, vemos la flexibilidad que nos aportan este tipo de plataformas, además, dentro del desarrollo de nuestra asignatura, se nos plantea la posibilidad de asociar y conectar, distintos tipos de herramientas dentro de otras: dentro de la clase tenemos un foro, temas y apuntes, actividades, elementos a evaluar, exámenes, ... y dentro de estas actividades puede haber otras, o algún otro elemento realizado en actividades como pudiera ser una V de Gowin, con nubes de palabras e infografías...

Para ejemplificarlo, aportamos las siguientes plantillas, elaboradas específicamente para actividades desarrolladas para nuestra actividad didáctica, en el prácticum II:

¿Cómo se relacionan los órganos de un mamífero superior?

Práctica Disección

Dominio conceptual

Teoría (Relación entre los órganos y sistemas)

Conceptos:

Tipos de órganos y a que sistema pertenecen

Localización Morfología Funciones

Herramientas:

Apuntes/libro/Palabras clave

Palabras clave



Sistema Nervioso
Sistema Endocrino y Hormonas

Dominio metodológico

Actividad:

- I. Disección cerebro, riñón, hígado, pulmón, ojo.
- II. Visualización de la vascularización, inervación, y apuntar los principales elementos estructurales y morfológicos.
- III. Explicación por parte de los expertos de las funciones de los órganos y estructuras evidenciadas.
- IV. Explicar a los componentes del grupo lo aprendido en relación a un órgano.



Resultados:

- I. Dibujar los órganos.
- II. Escribir nuevas palabras técnicas aprendidas.
- III. Anotar todas las hormonas mencionadas y relacionarlas con los diferentes órganos.



Conclusiones:

¿Podrías asociar este sistema a otros (orgánicos)? y en la vida?

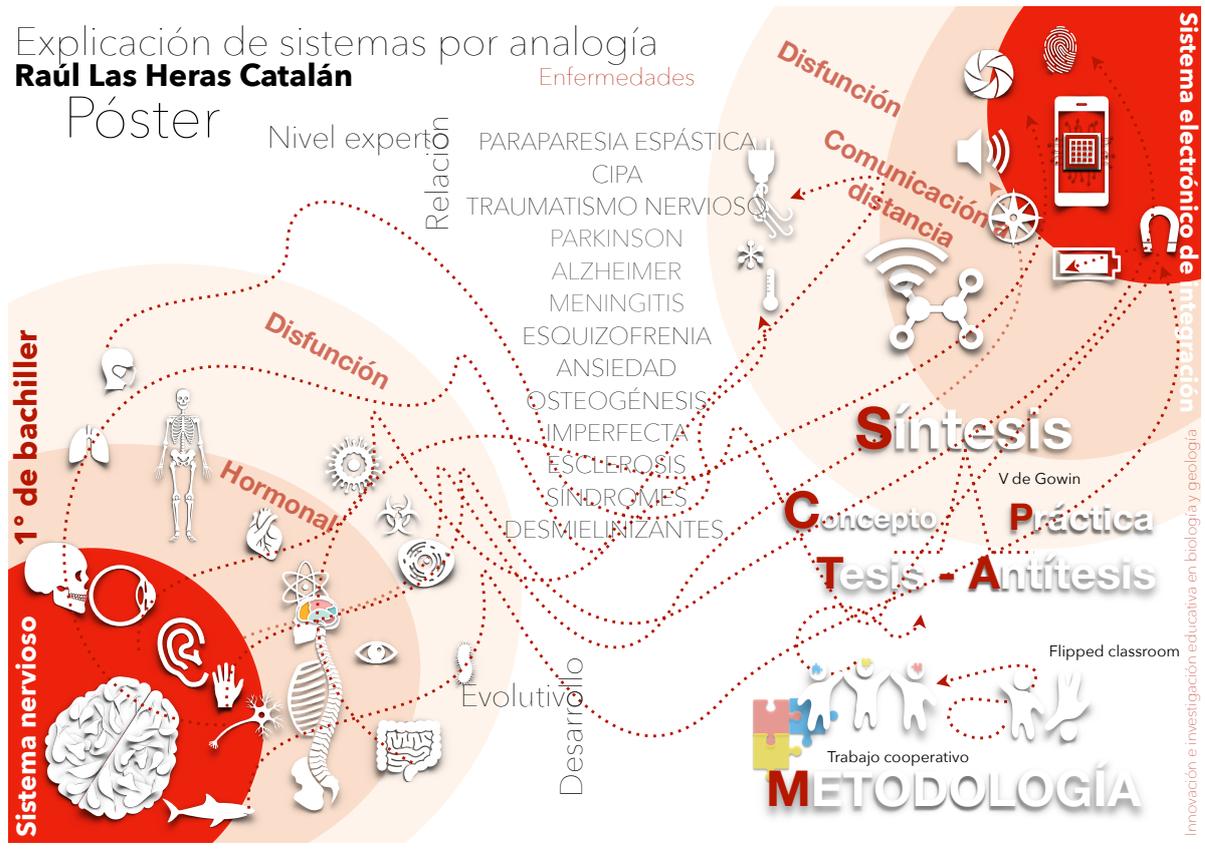
Hormona	Sabes:	¿Cuál es?	Órganos que relaciona	Función
Melanina				
Angiotensina				
Insulina				
Adrenalina				
Vasopresina				
Leptina				

Explicación de sistemas por analogía

Raúl Las Heras Catalán

Póster

Enfermedades



Figuras 3 y 4: V de Gowin desarrollada para la actividad disección, y póster explicativo de nuestra actividad: analogías de sistemas de integración de la información.

Actividad 2: Infografías

Durante estas sesiones, vimos una serie de aplicaciones o herramientas que nos permitían abordar diferentes tipos de elementos, como la exposición de mapas mentales, mapas jerárquicos, nubes de palabras e infografías.

Existe un extenso número de revisiones, apuntando que las infografías mejoran la capacidad, por parte de nuestros alumnos, de asimilación de información. No es de extrañar que la presentación de la información, de una manera limpia, amable y estructurada, puede ser muy útil.

En esta actividad, realizamos un análisis crítico de la utilización de cualquiera de estas infografías, al igual que su implementación en diferentes elementos, el ejemplo anterior de las V de Gowin (figura 3), no deja de ser una evidencia más, de la flexibilidad del uso de estas herramientas, que nos ayudan a generar otras, para su uso en nuestro propósito, de cara a la consecución de un objetivo.

Según Minervini (2006) las infografías tienen un impacto altamente positivo, además de ser bien recibido, tanto por docentes como alumnos en ciencias biológicas. Estas captan la atención del alumnado, los motiva más y los predispone al aprendizaje. También promueven nuevas relaciones, integrando conocimientos y la construcción de estructuras mentales significativas, ya que se mejora la apropiación y el procesamiento de la información.

Al igual que las infografías, el uso de elementos como nubes de palabras, mapas mentales... o cualquier elemento con un diseño cuidado, va a hacer a nuestros alumnos que se genere más interés de principio, y permita la adhesión al aprendizaje, con menos limitaciones que sin el uso de estos elementos visuales cuidados, altamente impactantes (refiriéndonos no a su agresividad, si no al impacto artístico sobre el interlocutor, que comúnmente suele ser muy amable).

Anotaciones adicionales sobre las actividades:

Por último, se anota que independientemente que las limitaciones de este apartado, que nos exige únicamente la elección de unas pocas actividades, el análisis de otras de interés también hubieran sido de elección, como actividades en el marco de la asignatura resolución de conflictos, y actividades y metodologías para evidenciar las necesidades en un marco de competencia, así como actividades en el marco de la asignatura de diseño e innovación, como pudieron ser la exposición por Beatriz Bravo y... de unas actividades dirigidas a entender la importancia de las escalas y las medición, para los alumnos de ciencias, usando analogías, así como la realización de actividades prácticas, para nuestros alumnos, (impartida por Rose Nebot) en los que no primaba tanto el qué hacer, ni cómo hacer, sino el propio análisis de una actividad, con una metodología “libre”, donde el alumno no se focalizaba, ni en el método, ni en el objetivo (aunque también están presentes), sino en los resultados obtenidos por la libre experimentación, algo que será sumamente útil a la hora de obtener soluciones sin un marco teórico anterior, y la posible extrapolación de resultados, no solo al experimento realizado, si no a otros que pudiera realizar... algo de suma importancia para la creación científica, que es a lo que suelen estar encaminados nuestros estudiantes de ciencias, sobre todo en la etapa de bachiller.

III. PROPUESTA DIDÁCTICA

A. Título y nivel educativo

El título escogido para el trabajo de fin de máster es: “ Uso de enseñanza por analogía para el tema “el sistema nervioso”, en primero de bachiller”. En este trabajo se concreta el uso de diferentes actividades (señaladas en el apartado IV), destinadas a la enseñanza del sistema nervioso y endocrino.

Nuestra propuesta didáctica se ha implementado para un grupo de 1º de Bachillerato, en el Instituto de Enseñanzas Secundaria Ramón y Cajal de Zaragoza.

Esta propuesta se enmarca en la unidad didáctica “el sistema nervioso”, dentro del bloque seis: los animales y su adaptación al medio, del currículum para primero de bachiller.

En relación al alumnado de 1º de bachiller en la asignatura de Biología y Geología, en el Instituto de Enseñanza Secundaria Ramón y Cajal de Zaragoza, tenemos 16 alumnos de los cuales 8 son chicas y 8 son chicos, de estratos sociales y económicos diversos. Mayoritariamente provienen de los estudios de ESO del propio centro, aunque, en estos últimos años, se ha observado un incremento en el alumnado procedente de centros concertados próximos, o de otros institutos de Zaragoza capital.

En nuestra clase de 1º bachiller los alumnos están muy motivados y sus calificaciones, independientemente de su situación y objetivos, reflejan tanto la buena disposición de los alumnos, como la gran labor de los docentes.

El universo de nuestros alumnos se mantiene con un nivel alto de competencia, que es capaz de promocionar el curso académico en un 80%. Son alumnos que se interesan por la asignatura, y ello se refleja en que las actividades que propuestas son seguidas y entregadas, en su gran mayoría en los plazos, con los objetivos requeridos alcanzados.

Disponemos de un aula en la cual encontramos como materiales útiles -sin comentar los comunes- destacables para la labor docente: cañón de vídeo, pizarra digital, bibliotecas, tanto departamentales como de centro, extensamente dotadas y también algo altamente positivo, es que el aula se encuentra ubicada en el propio laboratorio, esto es una ventaja ya que podemos impartir la clase y prácticas sin necesidad de perder el tiempo cambiando de ubicación. Tanto los materiales, como la conservación de los mismos, son magníficos, y esto se debe a la buena labor de los docentes que han tenido, y tienen, la precaución y el celo, de preservarlo de manera óptima.

Nuestros alumnos presentan una gran diversidad cultural, social y económica. Esta diversidad, curricular, social, económica y, en el fondo, de intereses personales, configura la vida académica del Instituto. Por tanto, la atención a la diversidad va a constituir la esencia del proceso educativo de los estudiantes.

Como vemos en la figura 5, elaborada con los datos reales de las notas de nuestros alumnos, nuestro objetivo será, bajo las metodologías utilizadas, incrementar su capacitación para que

sus conocimientos mejoren, a la vez que podamos obtener información de su mejora, a través de su rendimiento, que podamos evidenciar mediante su evaluación.

Nuestro grupo tiene una media de 6,68, aproximadamente, en el marco de la asignatura de Biología y Geología, y nuestro objetivo teórico sería incrementar, en un porcentaje significativo, la eficiencia de su aprendizaje, mediante esta batería de elementos coordinados a realizar. La justificación de este aumento viene apoyada por literatura que añadiremos más adelante y referenciamos en la bibliografía.

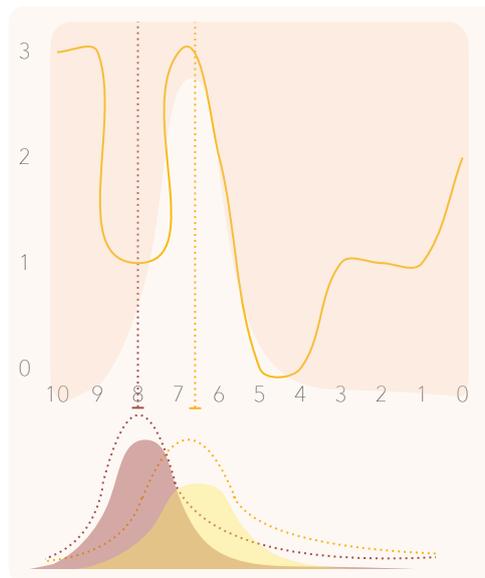


Figura 5: Gráfica de resultados del nivel de nuestros alumnos y la transposición de nuestras expectativas, bajo el desarrollo de nuestras metodologías, por la mejora de los errores evidenciados, que siempre suelen cometer.

El marco de referencia para los objetivos de la unidad didáctica está recogido en la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, PARTE DISPOSITIVA, con corrección de errores de la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

A continuación, se exponen tanto los criterios de evaluación, de nuestra unidad didáctica en el bloque asignado, los estándares mínimos de aprendizaje y los objetivos generales, que nos servirán para identificar los mínimos evaluables, para nuestra unidad didáctica.

B. Evaluación inicial

Referirnos a la evaluación inicial, implica hacernos conscientes del nivel puntual de conocimientos, que tienen nuestros alumnos, en el momento de iniciar nuestra docencia de la unidad didáctica. Para ello, en nuestro caso, y partiendo de los datos suministrados por nuestra tutora del prácticum, al sernos imposible realizarla, anotaremos lo que hubiéramos hecho en el caso de que las circunstancias hubieran sido otras.

Nuestros puntos de partida serán tanto los datos previos de cursos anteriores, suministrados por nuestra tutora, así como un análisis de los aspectos curriculares de anteriores años.

El objetivo de esta evaluación, no es otra que conocer el estado real de conocimientos acerca de nuestra unidad, por parte de nuestro grupo, y además, nos enfrenta a perfilar cuáles de las áreas de la misma, necesitan una mayor atención, a la hora de transmitir nuestros contenidos.

Las herramientas utilizadas han sido:

- Según el currículum: ¿Qué deberían haber aprendido durante los años anteriores?

Recurriendo al currículum, observamos que nuestros alumnos ya en tercero de ESO adquieren conocimientos acerca del sistema nervioso central (lo más cercano históricamente) en su desarrollo académico y anteriormente, en educación primaria, también se refleja la existencia del inicio de su inmersión en el conocimiento del sistema nervioso central.

En relación a sus conocimientos de 3º de la ESO en la asignatura Biología y Geología.

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA		Curso: 3º
BLOQUE 4: Las personas y la salud. Promoción de la salud		
CONTENIDOS: La función de relación. Sistema nervioso y sistema endocrino. La coordinación y el sistema nervioso. Organización y función. Órganos de los sentidos: estructura y función, cuidado e higiene. El sistema endocrino: glándulas endocrinas y su funcionamiento. Sus principales alteraciones		
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPETENCIAS CLAVE	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Crit.BG.4.17. Reconocer y diferenciar los órganos de los sentidos y los cuidados del oído y la vista.	CMCT	Est.BG.4.17.1. Especifica la función de cada uno de los aparatos y sistemas implicados en las funciones de relación. Describe los procesos implicados en la función de relación, identificando el órgano o estructura responsable de cada proceso.
		Est.BG.4.17.2. Clasifica distintos tipos de receptores sensoriales y los relaciona con los órganos de los sentidos en los cuales se encuentran.
Crit.BG.4.18. Explicar la misión integradora del sistema nervioso ante diferentes estímulos, describir su funcionamiento.	CMCT	Est.BG.4.18.1. Identifica algunas enfermedades comunes del sistema nervioso, relacionándolas con sus causas, factores de riesgo y su prevención.
Crit.BG.4.19. Asociar las principales glándulas endocrinas, con las hormonas que sintetizan y la función que desempeñan.	CMCT	Est.BG.4.19.1. Enumera las glándulas endocrinas y asocia con ellas las hormonas segregadas y su función.
Crit.BG.4.20. Relacionar funcionalmente al sistema neuro-endocrino.	CMCT	Est.BG.4.20.1. Reconoce algún proceso que tiene lugar en la vida cotidiana en el que se evidencia claramente la integración neuroendocrina.

Tabla 1. Recuperado del currículum de la comunidad autónoma de Aragón, referentes a los estándares de aprendizaje y criterios de calificación relativos al sistema nervioso en 3º de ESO en la asignatura Biología y Geología.

Los mínimos evaluables son los evidenciados en color amarillo en la tabla 1: Est.BG.4.17.1.- Est.BG.4.17.2. Especifica la función de cada uno de los aparatos y sistemas implicados en las funciones de relación. Describe los procesos implicados en la función de relación,

identificando el órgano o estructura responsable de cada proceso. Clasifica y relaciona los órganos de los sentidos con los receptores sensoriales.

En la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, se puede evidenciar la carencia de conocimientos del sistema nervioso y endocrino, anterior y posteriormente a tercero de la ESO, en la Educación Secundaria Obligatoria, y para hallar el inicio de estos, tenemos que profundizar hasta la educación primaria donde vieron por última vez estos contenidos. Los contenidos estudiados previamente, referidos al sistema nervioso, pudieron recibirlos por última vez en el bloque del Ser Humano y Salud (bloque 2), en la asignatura troncal de Ciencias de la Naturaleza de 6º de primaria, y según los contenidos curriculares, en el citado curso, los alumnos deberían ser capaces de identificar, localizar y describir las principales características y estructuras del sistema nervioso.

Relativamente a datos suministrados por nuestra tutora del prácticum II en el instituto:

En tercero de la ESO en un total de 45 alumnos, distribuidos en 3 clases (A, B y C), en años anteriores, obtenemos los siguientes datos:

Calificaciones: con 10: 6,6%, con 9: 17,36%, con 8: 1,93%, con 7: 8,3%, con 6: 10,43%, con 5: 30,16%, con menos de 5: 18,3%.

Estos perfiles en Biología y Geología hay que analizarlos, ya que la llegada de bachillerato, en el nuestro instituto, dispersa a algunos estudiantes entre ciencias y letras, a la vez que otros eligen buscar diferentes alternativas. También, es destacable que el 50% del alumnado de bachillerato es importado de otros centros, por lo tanto, estos datos solo se exponen de manera informativa de cuál es el nivel de los estudiantes de 3º de la ESO en Biología, en nuestro universo particular.

- ¿Cómo son los alumnos de primero de Bachiller ?

En el nivel de primero de bachiller, tenemos a alumnos que se encuentran en edades comprendidas entre los dieciséis y los diecisiete (sin que hubiesen repetido ningún curso), por lo tanto, debemos focalizar nuestra actividad educativa, en el perfil psicológico y cognitivo de estas edades, por lo que debemos referenciar a la psicología del desarrollo. Este grupo se sitúa en la población conocida como: adolescentes tardíos (de quince a diecisiete años). De ello podemos extraer que: La adolescencia, en general, es una etapa que podemos denominar como la etapa formativa, puesto que durante ella adquirimos una gran parte de nuestra formación, y en ella se produce nuestro desarrollo humano. (Mansilla, 2000).

También refiriéndonos a datos de la OCDE, como el informe PISA (2018), y otros informes que señalaremos en conclusiones, nuestro alumnado de segundo de bachillerato se encuentra algo por debajo de la media del grupo de países de la OCDE, tanto en competencias matemáticas como científicas, a nivel nacional, y en el caso de nuestra comunidad, algo por encima de la media nacional y, comparativamente, a un nivel como Francia.

La evolución de nuestro país, en estas competencias, ha llevado una pauta de crecimientos continuos, en el intervalo de años 2006-2015, aunque según en el último informe, se puede apreciar un caída en los resultados.

Todos estos datos expuestos serán desarrollados en el apartado conclusiones. En este apartado simplemente los comentamos para hacernos una idea, general, de nuestro alumnado en el entorno nacional y autonómico que se desarrolla, así como la comparación con otros países.

- Evaluación inicial del alumnado en el aula.

En la primera sesión de docencia de la unidad didáctica, (si hubiésemos podido realizarla) y dado la situación de confinamiento debido a la pandemia del COVID-19, la idea principal era realizar el mismo examen que posteriormente utilizaría para calificarles, tipo test con respuesta simple, con las preguntas desordenadas. Se realizaría con un formulario de Google Classroom; y aunque es evidente que no acertarían muchas, sí que nos daría una visión general de cuáles serían los elementos que, mayoritariamente, responderían correctamente. En otras situaciones, podríamos realizar esta evaluación proponiendo preguntas generales a la clase, y/o combinarlas con algún formulario online sencillo, para que no se perdiera mucho tiempo de nuestra sesión inicial.

Las cuestiones que podríamos plantear a nuestros alumnos, en general, serían preguntas abiertas, ya que asumimos que tenemos un paréntesis, de un año. desde la ultima vez que vieron el sistema nervioso. Las preguntas irán desde qué partes tiene el cerebro, cómo se transmite el impulso nervioso, qué hormonas conocéis, qué es la mielina, qué enfermedades relacionas con el sistema nervioso u hormonal, ¿os suena el sodio como un elemento importante del sistema nervioso?, ...

Los enlaces para ver los exámenes y formularios, que se han elaborado, los podremos encontrar en los anexos.

C. Objetivos

Los objetivos que persigue la presente propuesta didáctica son:

El marco de referencia para los objetivos de la unidad didáctica está recogido en la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, PARTE DISPOSITIVA. Corrección de errores de la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

Los objetivos de nuestra unidad didáctica, relacionados con los curriculares, en la asignatura Biología y Geología de 1º de bachillerato son:

Obj.BG.5. Realizar una aproximación a los diversos modelos de organización de los seres vivos, tratando de comprender su estructura y funcionamiento cómo estrategias adaptativas

para sobrevivir en un entorno determinado.

Obj.BG.6. Comprender la visión explicativa que ofrece la teoría de la evolución a la diversidad de los seres vivos, integrando los acontecimientos puntuales de crisis que señala la Geología, para llegar a la propuesta del equilibrio puntuado.

Obj.BG.8. Utilizar con cierta autonomía destrezas de investigación, tanto documentales como experimentales (plantar problemas, formular y contrastar hipótesis, realizar experiencias, etc.), reconociendo el carácter de la ciencia como proceso cambiante y dinámico.

Obj.BG.9. Desarrollar habilidades que se asocian al trabajo científico, tales como la búsqueda de información, la capacidad crítica, la necesidad de verificación de los hechos, el cuestionamiento de lo obvio y la apertura ante nuevas ideas, el trabajo en equipo, la aplicación y difusión de los conocimientos, etc., con la ayuda de las Tecnologías de la Información y la Comunicación cuando sea necesario.

Nuestros objetivos serán (algunos de ellos solo se habrían podido implementar en el caso de que no hubiera existido la pandemia del COVID-19):

- Transmitir los contenidos referentes al sistema nervioso y endocrino.
- Comprobar la mejora de su rendimiento académico, después de introducir todas nuestras actividades y metodologías.
- Explicar cuáles son los objetivos que queremos alcanzar y qué métodos vamos a utilizar, haciendo hincapié, en que entiendan que su aprendizaje solo les pertenece a ellos, y hacerles tanto conscientes como participes, de su propia evolución.
- Introducir el uso del inglés y TICs, ya que en ciencias lo necesitarán.
- Promover el interés por conocer, descubrir, preguntarse, cuestionar, criticar...
- En el ámbito social: entender el concepto de enfermedades asociadas al sistema nervioso y hormonal, los problemas sociales debidos a la adicción, cuáles son sus causas, los predisponentes sociales y biológicos... Hábitos saludables...
- Hacerles conscientes del carácter multidisciplinar de la ciencia, y la importancia del uso de analogías, para poder: entender, exponer o diseñar algún elemento o sistema.
- Empoderarles para que sean capaces de imaginar que pueden realizar logros, como otras personas de la historia en su geografía cercana, en el caso de Aragón haremos referencia a uno de sus máximos exponentes: Ramón y Cajal.
- Valorar el impacto de sus compañeros en su aprendizaje, y promover la interacción social, así como la ayuda y la cooperación, para la consecución de objetivos.

D. Justificación (Marco teórico)

Se han intentado diseñar unas actividades que promuevan el aumento de interés, el trabajo en equipo, así como el uso de elementos llamativos y tangibles, que les muestren cómo abordar la comprensión de sistemas complejos, utilizando analogías más simples o más conocidas. Esto aumentará la atracción, y la motivación, por las ciencias biológicas de parte de nuestro alumnado.

Utilizaremos esta dinámica para contrarrestar el prejuicio de dificultad, que se presenta en el imaginario de nuestros estudiantes, a la hora de abordar la ciencia. Marbà y Márquez (2010),

en el artículo “¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias?”, nos muestra el análisis de encuestas de opinión de los alumnos de secundaria, con relación a las clases de ciencias. De ellas se reflejan los siguientes datos: la mitad consideran que las clases de ciencias son muy difíciles, y casi un 80% no desearía aumentar el número de horas de asignaturas de ciencia a la semana. Por si fuera poco, de la encuesta se deja translucir que el interés por la ciencia, y su vocación científica, es muy bajo.

También según Alvarado, G., Rivas, S. y Ochoa, M. (2012) en su artículo sobre el aprendizaje de nuestra unidad didáctica, el sistema nervioso, señalan que es el sistema, orgánico, que presenta una mayor dificultad a la hora de aprenderlo.

Ante este panorama se hace necesario la implementación de metodologías como las que hemos planteado, que faciliten tanto la asimilación, comprensión y el interés por los contenidos de nuestra asignatura, y por extensión de toda ciencia.

Metodología

La complejidad del sistema de nervioso central y cuál es su funcionamiento, su relación con los sentidos, con el ambiente externo, requiere de una cantidad enorme de conceptos, discursos, interpretaciones y conexiones. Para que este aprendizaje sea más eficiente, tendremos que abordarlo desde unas metodologías que aporten este universo conceptual, de la manera más global posible.

En nuestra unidad didáctica se emplearan tanto momentos de clase magistral como actividades. Asumiendo la premisa de que la clase magistral puede ser utilizada, pero nunca será la única, puesto que las metodologías deben estar ajustadas al tipo de contenido. Las clases magistrales se adecuan a aquellos contenidos con más carga teórica, debiendo estas ser completadas con otras actividades más pedagógicas (Michavila, 2009).

Para ello proponemos que nuestra propuesta (y en particular nuestra actividad principal) haga uso de las siguientes metodologías:

- Uso de analogías para explicar el sistema nervioso.
- Flipped classroom.
- V de Gowin adaptadas (en la práctica de disección relacionando los órganos y el sistema hormonal - evidenciada en la figura 3- y para la práctica de modelización analógica, que podemos ver en anexos).
- Uso de TICs (plataformas tipo Google Classroom, Schoology, Moddle, vídeo conferencias por Google Meets, exámenes en Google Forms, encuestas en SurveyMonkey...).
- Hacer para recordar (enmarcado tanto las prácticas como en las actividades).
- Trabajo cooperativo (obteniendo el beneficio del uso de la zona de desarrollo próximo).
- Uso de la mejora de elementos visuales y recursos narrativos altamente impactantes. (Pósters como el evidenciado en la figura 4, Vs de Gowin como en la figura 3 y anexos. Nos referimos a la ventaja del uso de infografías para despertar interés en nuestros

alumnos, al tiempo que se les expone a una información más fácilmente asimilable). Como en el apartado II ya hemos analizado las infografías, y justificado su uso, no nos extenderemos más, ni lo justificaremos otra vez, por no redundar en lo mismo.

- Uso de un lenguaje interdisciplinar para incrementar, en nuestros alumnos, la visión holística del aprendizaje, y no la segmentación académica que como idea preconcebida tienen (no podremos entender las estructuras biológicas sin su composición química, ni la estructuración de los elementos químicos sin la física, ni por supuesto entender esto sin el uso de herramientas matemáticas, ni sin un sólido conocimiento de trigonometría y cálculo, preferentemente).

Justificación metodológica

La utilidad de comprender un sistema integrado, y no aprenderlo de memoria, es una necesidad para que el aprendizaje, de nuestros alumnos, sea lo más eficiente posible acerca del sistema nervioso. En el caso de nuestros alumnos, después de haber realizado una prueba evaluativa, anónima y voluntaria, se evidencia que siempre cometen los mismos errores en el conocimiento estructural, y funcional, de ciertas partes del sistema nervioso central, como puede ser el cerebelo, la coordinación autónoma y el procesamiento de la señal eléctrica.

Se asume que esta dificultad puede ser subsanada utilizando un modelo, de analogías presentes en su universo cercano, que les ayude a la comprensión estructural, y funcional, tanto del sistema nervioso como del impulso nervioso.

Justificaremos, a continuación, las principales metodologías que utilizaremos en nuestra propuesta:

1. El trabajo cooperativo ayuda tanto a que, en las dinámicas, se dé un mantenimiento del equilibrio emocional y una afectividad en el trabajo y, de ahí, se obtenga una mejora en los resultados. Además, se adquieren las mejoras propias de la zona de desarrollo próximo que viene definida por: “la distancia, entre el nivel, de desarrollo real determinado por la resolución independiente de problemas y el nivel, de desarrollo potencial, determinado mediante la resolución de problemas bajo la guía de adultos o en colaboración con otros más capaces.” Vygotsky (2000). Y esta aproximación hacia la mejora en los resultados es lo que justifica su implementación.

2. Para comprender algo tenemos que saber explicarlo. En la didáctica de las ciencias la modelización y la transmisión de conocimientos articulados, usando una narrativa eficiente y visual, nos puede llevar a que nuestro alumnado asimile los conocimientos de una forma óptima. En este caso se enmarca dentro de la analogía en la narrativa, donde analogía se define como:

“...el procedimiento cognitivo que consiste en recurrir a un dominio de conocimiento para conocer o comprender mejor otro dominio total o parcialmente desconocido. Es decir, la analogía es un procedimiento que permite transferir conocimiento de unas áreas a otras, y que se pone en funcionamiento básicamente ante situaciones nuevas, parcial o totalmente

desconocidas. Este procedimiento desempeña diferentes papeles en el sistema cognitivo humano: se utiliza en tareas de lenguaje, para favorecer la comprensión; en tareas de aprendizaje, para adquirir nuevos conceptos; en tareas de creatividad, para generar nuevas ideas, y en tareas de razonamiento, para resolver problemas.” (Sierra, 1995, p.179)

Galagovslky y Geco (2009) vieron que el uso de elementos analógicos en la enseñanza de biología creaba conceptos mentales abstractos en los alumnos, que se incorporaban a su ideario de manera efectiva, desligándolos del modelo físico real de su entorno, y permitiendo el uso de estas estructuras abstractas para poder aplicarlas en la comprensión de otras ideas. También se identifica, en el mismo trabajo, la necesidad de la comprensión holística de los modelos analógicos y su utilidad en la modelización de otros elementos, nuevos, para su explicación en el área de las ciencias biológicas

De igual modo la enseñanza en base a analogías según señala Alzate (2013): tiene como propósito central lograr aprendizajes en profundidad en los estudiantes, determinar la validez de modelos expresados y lograr mejores comprensiones de los modelos históricos, en los diferentes campos del saber, a través de la enseñanza.

Según Richland y Simms (2015) la clave de un pensamiento, de alto orden en ciencias, es entender el aprendizaje como el desarrollo y manipulación de sistemas relacionados. Esto nos tiene que llevar desde un modelo de memorización a un modelo de razonamiento analógico.

Entendemos que el uso de analogías tanto para describir objetos reales, su funcionamiento ... es básico tanto para la explicación, basándonos en modelos más simples y más conocidos, como para ,si fuese el caso, escalar nuestros conocimientos en la búsqueda de lo desconocido, en crear nuevas estructuras o diseños en base a análogos precedentes. Algo básico en la creación y avance científico.

3. Flipped classroom.

Utilizaremos esta metodología en la actividad principal, del uso de analogías, con el fin de descargar nuestra actividad docente de la tradicional exposición, para centrarnos principalmente en las dudas y en un trabajo colaborativo en el aula, que se traducirá en una fijación de conceptos más eficaz, a la vez que desarrollan competencias como el uso de TICs, la indagación y su autonomía.

La metodología flipped classroom permite que los estudiantes sean los encargados y directores de su propio aprendizaje, y para este particular los docentes deberán abandonar el rol de jueces por el de preparadores (National Research Council, 1996).

Se suma a ello el ahorro de tiempo en explicaciones de teoría, liberando la clase para la realización de actividades cooperativas, derivando la explicación al aporte de contenidos no presenciales como libros, vídeos o podcasts (Milman, 2012).

También se fomenta el pensamiento crítico en nuestros alumnos y promueve la innovación usando como base la cooperación (McLaughlin, 2014). Añadiendo a todo esto que se puede producir un aumento del rendimiento de hasta 22 puntos porcentuales en comparación con la clase tradicional (Flumerfelt y Green, 2013)

4. La V de Gowin fue diseñada por B. Gowin para modelizar la estructura del conocimiento científico en el ámbito didáctico. De la misma forma, al plantearse nuestros alumnos, utilizando esta herramienta, cómo están aprendiendo sobre un tema, les da pautas, tanto para ser más autónomos, como para mejorar su propia metodología de asimilación. Si además, sumamos al uso de esta herramienta el trabajo cooperativo, no solo el alumno podrá ser consciente de su arquitectura para la integración de contenidos en su aprendizaje, sino que podrá aprovecharse de los de sus otros compañeros, que ya sea por exceso o por defecto, esto puede, también, ayudarle a perfeccionar la manera de cómo adquiere esos conocimientos.

Cuando los modelos de ciencias son cada vez más complejos, estos elementos nos pueden ayudar a conocer los pasos que realizamos a la hora de obtener un aprendizaje significativo. El rango de utilización puede ser muy amplio desde enseñanzas básicas hasta superiores. Básicamente lo que se entiende por metacognición es: “El conocimiento metacognitivo se refiere al saber que tienen las personas sobre sus propios procesos cognitivos. La metacognición ha sido definida como la habilidad para monitorear, evaluar y planificar nuestro propio aprendizaje” (Flavell, 1979 citado por Tamayo, 2009). Al mismo tiempo, enseñar ciencia a través de la búsqueda de soluciones a problemas según Oviedo (2006, pp. 31-32) “se basa en el planteamiento de situaciones abiertas y sugerentes que exijan de los alumnos una actitud activa y un esfuerzo por buscar sus propias respuestas, su propio conocimiento”. En tal caso nuestro modelo acierta en ello.

5. Otro de los problemas, presentes en el aula, es la falta de un enfoque interdisciplinar, no podemos hablar de sistema nervioso central sin conocer la química y la física, que subyacen tanto en su estructura como en su actividad, que además se conserva en múltiples modelos.

IV. PROPUESTA DIDÁCTICA. ACTIVIDADES.

Perfil de inicio:

Como ya hemos indicado, en la introducción, nuestra clase es la de primero de bachiller en la asignatura de Biología y Geología, y nuestra unidad didáctica el sistema nervioso. Todo ello se enmarca en una clase de 16 alumnos que se distribuyen entre ocho chicos y ocho chicas. Nuestra unidad didáctica se dará durante dos semanas u ocho horas lectivas, indicadas en el gráfico del horario correspondiente a nuestra tutora.

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30	BIO - GEO	X	GUARDIA	GEOLOGÍA	BIOLOGÍA
9:20	1º BTO	X		2º BTO	2º BTO
9:25	BIO - GEO	X	(ATT. PADRES)	ANATOMÍA	ANATOMIA
10:15	4º ESO RECREO	X		1ºBTO	1ºBTO
10:35	ANATOMIA	BIO-GEO	ANATOMÍA	BIOLOGÍA	BIO - GEO
11:25	1º BTO	4º ESO	1º BTO	2º BTO	4º ESO
11:30	GEOLOGÍA	BIOLOGÍA	GEOLOGÍA	REUNION DEPARTAMENTO	X
12:20	2º BTO RECREO	2º BTO	2º BTO		X
12:40	GUARDIA	BIO - GEO	BIO - GEO	BIO - GEO	X
13:30		1º BTO	1º BTO	1ºBTO	X
13:35	X	GEOLOGÍA	BIOLOGÍA	X	X
14:25	X	2º BTO	2º BTO	X	X
	BIO - GEO (BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA)	1º BTO	LAB. BIO-GEO	4H	

Figura 6. Horario de la asignatura Biología y Geología, para primero de bachiller, en nuestro prácticum II.

Sabiendo de dónde parten nuestros alumnos, los contenidos relativos al sistema nervioso central que poseen, y en un grupo ya cohesionado, proveniente del mismo centro, tenemos ya identificados cuáles son sus características académicas y sus conocimientos previos. El sistema nervioso central, en el currículum, ha sido abordado ya en tercero y cuarto de la ESO, con cierto grado de profundidad, de manera que nuestros alumnos no van a tener ningún problema en avanzar en sus conocimientos sobre el tema.

Dentro del marco del perfil competencial de nuestra unidad didáctica, dentro del bloque “los animales y su relación con el medio”, mostramos la siguiente figura (figura 7) en relación con toda la asignatura de Biología y Geología para primero de bachiller.

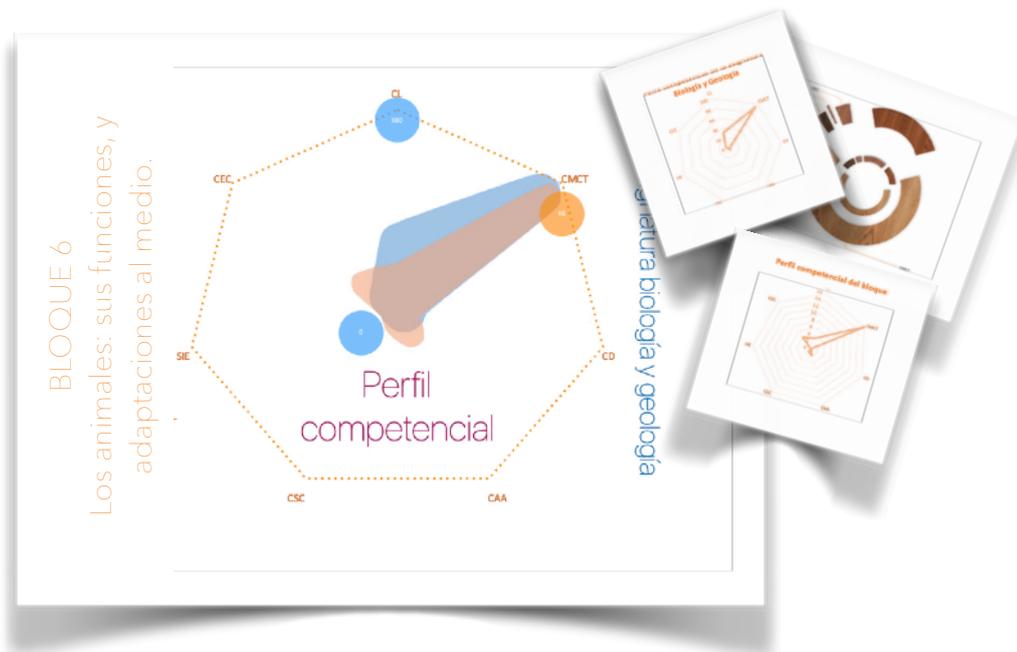


Figura 7: Perfil competencia de nuestra asignatura en comparación con nuestra unidad didáctica.

Nuestro alumnado parte con un nivel académico que ya habíamos evidenciado en la figura 5 y nuestro objetivo será mejorar este, incorporando una metodología de dinámicas de grupo y actividades que potencien tanto las competencias, sus conocimientos y su capacidad de aprendizaje:

- Flipped classroom y trabajo cooperativo (ventajas de la zona de desarrollo próximo).
- V de Gowin adaptadas (práctica de disección relacionando el sistema hormonal, práctica de modelización analógica, evidenciadas en la figura 3 y anexos respectivamente).
- Uso de TICs (plataforma tipo Google Classroom, Moodle, Meets, exámenes en Google Forms, ...).
- Hacer para recordar (enmarcado tanto las prácticas como en las actividades)
- Uso de la mejora de elementos visuales y recursos narrativos altamente impactantes. (infografías, nubes de palabras...).
- Uso de un lenguaje interdisciplinar para incrementar en nuestros alumnos la visión holística del aprendizaje y no la segmentación académica que como idea preconcebida tienen de ello.

Como vemos en la figura 1, extraída de los datos reales de las notas de nuestros alumnos, nuestro objetivo será, bajo estas metodologías, incrementar su capacitación para que sus conocimientos mejoren, a la vez que podamos obtener información de su mejora a través de la evaluación. Nuestro grupo tiene una media de 6,68 aproximadamente en el marco de la asignatura de Biología y Geología, y nuestro objetivo teórico sería incrementar en un porcentaje significativo la eficiencia de su aprendizaje, mediante esta batería de elementos coordinados a realizar. La justificación de este aumento bien apoyado por literatura que ya habíamos evidenciado en el apartado III.

El marco de referencia para los objetivos de la unidad didáctica está recogido en la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, PARTE DISPOSITIVA, Corrección de errores de la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

A continuación se exponen tanto los criterios de evaluación de nuestra unidad didáctica en el bloque asignado, los estándares mínimos de aprendizaje:

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA		Curso: 1.º
BLOQUE 6: Los animales: sus funciones y adaptaciones al medio		
CONTENIDOS: Funciones de relación en los animales. Los receptores y los efectores. El sistema nervioso y el endocrino.		
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPETENCIAS CLAVE	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Crit.BG.6.15. Comprender el funcionamiento integrado de los sistemas nervioso y hormonal en los animales.	CMCT	Est.BG.6.15.1. Integra la coordinación nerviosa y hormonal, relacionando ambas funciones.
Crit.BG.6.16. Conocer los principales componentes del sistema nervioso y su funcionamiento.	CMCT	Est.BG.6.16.1. Define estímulo, receptor, transmisor, efector e indica sus tipos. Identifica distintos tipos de receptores sensoriales y nervios.
Crit.BG.6.17. Explicar el mecanismo de transmisión del impulso nervioso.	CMCT	Est.BG.6.17.1. Explica la transmisión del impulso nervioso en la neurona y entre neuronas, describiendo la sinapsis.
Crit.BG.6.18. Identificar los principales tipos de sistemas nerviosos en invertebrados y vertebrados.	CMCT	Est.BG.6.18.1. Distingue los principales tipos de sistemas nerviosos en invertebrados y vertebrados.
Crit.BG.6.19. Describir los componentes y funciones del sistema nervioso tanto desde el punto de vista anatómico (SNC y SNP) como funcional (somático y autónomo).	CMCT	Est.BG.6.19.1. Describe el sistema nervioso central y periférico de los vertebrados, diferenciando las funciones del sistema nervioso somático y el autónomo.
Crit.BG.6.20. Describir los componentes del sistema endocrino y su relación con el sistema nervioso.	CMCT	Est.BG.6.20.1. Establece la relación entre el sistema endocrino y el sistema nervioso.
Crit.BG.6.21. Enumerar las glándulas endocrinas en vertebrados, las hormonas que producen y las funciones de estas.	CMCT-CCL	Est.BG.6.21.1. Describe las diferencias entre glándulas endocrinas y exocrinas.
		Est.BG.6.21.2. Discrimina qué función reguladora y en qué lugar se evidencia, la actuación de algunas de las hormonas que actúan en el cuerpo humano.
		Est.BG.6.21.3. Relaciona cada glándula endocrina con la hormona u hormonas más importantes que segrega, explicando su función de control.
Crit.BG.6.22. Conocer las hormonas y las estructuras que las producen en los principales grupos de invertebrados.	CMCT	Est.BG.6.22.1. Relaciona las principales glándulas endocrinas de los invertebrados con las hormonas que segregan y con su función de control.

Tabla 2. Recuperado del currículum de la comunidad autónoma de Aragón, referentes a los estándares de aprendizaje (con sus mínimos) y criterios de evaluación relativos al sistema nervioso en 1º de bachillerato en la asignatura Biología y Geología.

Temporización

La unidad didáctica hemos de darla en un máximo de 8 sesiones de 50 minutos, por lo que dividiremos la unidad didáctica en 7 partes, dejando la última sesión como margen de tiempo para poder impartir todos los contenidos o una práctica.

En nuestro caso, la unidad didáctica del sistema nervioso tendría que haber sido impartida en abril, pocos días después de comenzar nuestras prácticas, en un periodo lectivo normal antes del estado de alarma.

De este modo, empezaríamos a impartir la unidad didáctica del 4 al 14 de mayo, que es el calendario aproximado de contacto con nuestros alumnos.

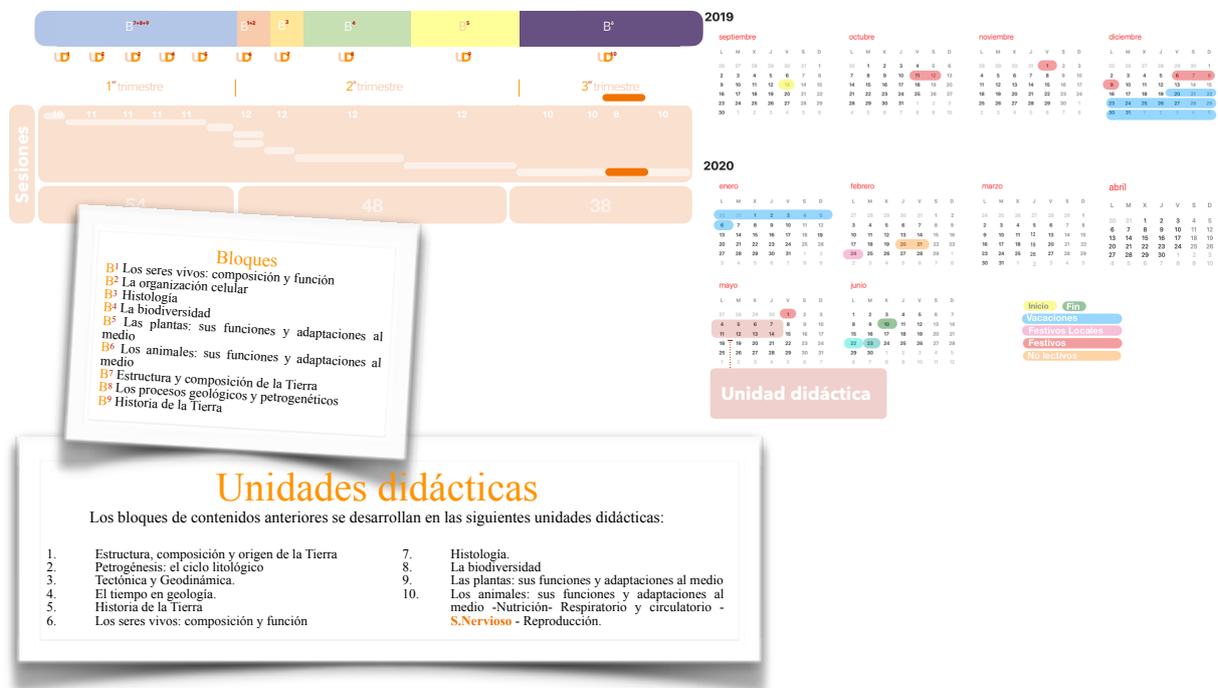


Figura 8. Temporización de nuestra unidad didáctica.

Estructura de la temporalización

Día 1

Presentación.

Exposición de qué vamos a hacer y qué es lo que van a aprender.

Evaluación inicial: la podemos realizar de manera oral y directa, que es más rápido, o exponiéndoles el mismo examen tipo test que realizarán posteriormente, que tenemos colgado como formulario de Google en Google Classroom, indicándoles que no tendría ningún valor más que para que ellos fueran conscientes de su grado de aprendizaje.

Introducción al sistema de nervioso (estímulo y respuesta).

Actividad conjunta: 10 minutos. El punto ciego del ojo. Discusión en grupos de cuatro.

¿Por qué desaparece un punto delante de nosotros?

Actividad para casa: podcast “Ramón y Cajal: el nacimiento de la neurociencia”, Antena Aragón, resumen en inglés de 15-30 líneas, de lo que más les haya llamado la atención.

Día 2

Explicación del sistema nervioso de vertebrados e invertebrados.

Actividad: 10 minutos escuchar podcast de Antena Aragón acerca del desarrollo del sistema nervioso central en adolescentes. Cinco minutos de discusión grupal.

Día 3

Anatomía del sistema nervioso.

Actividad: Media hora, en el mismo laboratorio, de reconocimiento de las estructuras ya diseccionadas, por grupos de cuatro, alternándose (entre diferentes órganos) y rellenando el informe de V de Gowin que les habíamos previamente diseñado.

Reconocerán las principales estructuras del cerebro de un mamífero, relacionarán otros órganos y aprenderán que el sistema nervioso no es el único sistema de coordinación con todo el organismo.

Día 4

Sistema nervioso central y periférico, sistema nervioso somático y sistema nervioso autónomo.

20 minutos para realizar **actividades propuestas** en grupos de cuatro discutiéndolo hasta el final de la clase.

Día 5

Actividad práctica: relación de modelos. Analogías entre sistemas de integración de la información

Buscar analogías en un modelo de la vida cotidiana, como es el caso de la estructura y composición de un móvil, su funcionalidad sus elementos y que relaciones analógicas pueden encontrar con el sistema nervioso, qué disfunciones podrían asociar a enfermedades, qué elementos reconocerían como parte del sistema nervioso central, analogías en estructuras anatómicas y del aparato en cuestión.

El trabajo se realizará en grupos de cuatro, ellos mismos discutirán y rellenarán el informe de V de Gowin que les hemos diseñado, de la misma forma que terminada la clase se les enviará como actividad buscar enfermedades relacionadas con el mal funcionamiento de las conexiones en un sistema integrado como puede ser el sistema nervioso central.

Día 6

La transmisión del impulso nervioso. Actos involuntarios y voluntarios. Receptores.

Dado que ya han realizado la actividad anterior, ahora puede resultar más fácil conocer la relación entre la electricidad y el efecto que produce, cómo pueden relacionar un sistema integrador de un sistema efector, cómo podemos buscar, también, analogías y diferencias entre sistemas voluntarios, una acción y una respuesta consciente, con actos involuntarios. Y por último qué es lo que nos relaciona con el medio, cómo sabemos lo que tenemos a nuestro alrededor y cómo interacciona y nosotros interaccionamos con ello.

Día 7

Sistema endocrino.

Identificaremos con la actividad de la disección y la V de Gowin realizada la importancia del sistema endocrino para la coordinación holística de un organismo e incluso para la relación con su medio.

20 minutos finales para la realización de actividades que ya habíamos propuesto en grupos de cuatro.

Día 8

El último día se destina para la relación de todas las actividades que faltan por realizar, valoración grupal de las actividades por parte de nuestros alumnos y la previsión de realizar un examen tipo test online, sin más propósito que ellos mismos evalúen su aprendizaje.

Dudas y aclaraciones.

Diseño general de la propuesta. (Actividad principal, explicación de sistemas por analogía)

Nuestra actividad principal propuesta es trabajar con el modelo de un móvil desarmado, habiendo hecho previamente que nuestros alumnos buscaran información por su cuenta, acerca de los procesos y la estructura del sistema nervioso tanto en el hombre como en el resto de animales (flipped classroom).

MATERIALES:

Móviles: Un iPhone 4, desarmado, por cada grupo de cuatro alumnos (en su defecto fotografía de un móvil desarmado con todos sus componentes identificados).

Laboratorio: guantes.

Informes: V de Gowin adaptadas.

DESCRIPCIÓN:

1. Analogía uno: axones y cables.

¿Por qué son flexibles? ¿Qué propiedad física tienen los materiales que recubren los axones y los cables? ¿Estos materiales pueden ser químicamente similares? Si fueran estos elementos rígidos, ¿Qué importancia tendría para la estabilidad del sistema nervioso o el funcionamiento del móvil?

Diferencias destacables:

La hendidura sináptica tiene un espacio y no tiene una conexión física continua, por tanto, no es posible una transmisión eléctrica directa, ¿cómo se produce esta transmisión de información?

Disfunciones:

¿Qué pasaría si se pelan los cables?, ¿y si fueran rígidos?

2. Analogía dos: chasis y esqueleto.

Los materiales que protegen el sistema nervioso central: ¿son duros o blandos?, ¿qué elementos tiene para protegerlos?, ¿ocurre lo mismo en el móvil?, ¿cuáles son sus diferencias?

Diferencias destacables:

Lo que tiene mucho valor suele protegerse bien, aparte del chasis o el esqueleto en el caso del ser humano y otros mamíferos: ¿qué elementos de protección adicionales hay?, ¿hay algo de mucho valor que también utilice este sistema de protección?

Disfunción:

¿Qué pasaría si el chasis fuera blando o extremadamente frágil?

3. Analogía tres: conexiones y sinapsis

¿Las conexiones son fijas o removibles en el móvil?, ¿las sinapsis son fijas?, ¿cuál es la importancia de que sean removibles?

Identificar las posibles disfunciones y sus consecuencias:

¿Qué pasa si las conexiones o la sinapsis no están adecuadamente unidas?

4. Analogía cuatro: sistema nervioso autónomo y elementos autónomos funcionales del móvil.

¿Tienes que hacer algo para que se ajuste el brillo de la pantalla? Pon alguna analogía. ¿Qué ocurre igual en el sistema nervioso, algo que automáticamente se produce, sin necesidad que interfiera en la actividad principal, de cualquier modelo de información integrada?

Son procesos diferenciados, la actividad principal de la actividad secundaria: ¿crees que se necesitarán dos elementos diferentes, que coordinen estas dos funciones, de manera separada, sin que interfieran? ¿Cuáles son los elementos del sistema nervioso?

Diferencias reseñables.

5. Analogía cinco: otolitos y sistema del equilibrio.

¿Cómo podemos determinar y cómo el móvil puede determinar cuál es su posición en el espacio, respecto al centro de la tierra?

Espearar acerca de las posibles disfunciones.

Como podemos extendernos *ad infinitum*, resumiremos el resto de analogías, brújula magnética y sistema nervioso del tiburón, señales eléctricas positivas o negativas, composición de materiales y función (sodio y no cobre para el impulso nervioso, cobre y no titanio para la conductividad del móvil), estructura del ojo y la cámara, sentidos e inputs del móvil, respuesta y outputs del móvil, analogía entre el fallo de un elemento externo al sistema central y la competencia del sistema (¿si falla el ojo o la cámara el móvil deja o no deja de funcionar?, ¿el animal se muere?), virus informático y parásito, sobrecalentamiento en ambos sistemas, cables y nervios (muchos elementos unidos, si falla uno el sistema no se detiene, ni el impulso), fallo del táctil y enfermedad CIPA, relación tamaño y función como en sistemas electrónicos.

Las V de Gowin adaptadas que les aportamos se enfocan a que realicen un trabajo cooperativo, que discutan y busquen conjuntamente soluciones. Posteriormente, una vez analizado todo lo que saben y anotado todas las analogías que puedan conocer, enfermedades que causarían una disfunción, y a su vez les hubiéramos aportamos algunas pistas, ellos compararán su punto de partida con el actual. Obviamente les ayudaremos en los últimos minutos a encontrar todas las analogías posibles.

Además de esto, nos permite afrontar diversas competencias, la competencia lingüística intentando buscar información en inglés, la competencia social intentando comprender la enfermedad, la humanidad y la complejidad de un sistema de integración, la biodiversidad, y un largo etcétera. Además, nos permite imaginar, a un futuro, cómo podrían evolucionar estos sistemas de integración hasta poder ser muy similares a un sistema vivo.

Es evidente que nuestros alumnos en una sesión no van a poder llegar a todas estas conclusiones; llegarán a algunas. Nosotros les daremos las pautas para que lleguen al máximo número posible. Posteriormente, una vez que lo hayan intentado y que sepan cuáles son las reglas del juego, y cómo funciona su aprendizaje, les aportaremos la solución a modo de catarsis, por si alguno se hubiera frustrado al intentar entender todos estos sistemas.

En esta actividad pueden asociarse todos los criterios (del 6.15 al 6.22) (desde estructura, relación entre sistemas, sistemas nerviosos en distintos animales, impulso nervioso, receptores, relación entre el sistema nervioso y hormonal, enfermedades derivadas o disfunciones del sistema...)

Las competencias que se aplican son: CMCT/CPAA (V Gowin y analogías)/SIE (capacidad para crear nuevas analogías y poder aplicarlas)/CSC(trabajo cooperativo)/CCL/CEC (comprender el impacto del entorno sobre un sistema y el sistema sobre el entorno)

Como ya hemos descrito tanto los objetivos, la población, las competencias, los elementos de nuestra aula, la temporización, y representado tanto los estándares de evaluación y los criterios, a su vez también en la tabla 3 aparecen representados la evaluación y su correspondencia en los criterios curriculares, anotaremos el resto de actividades de una manera poco extensa:

Actividad: Disección

Media hora de clase, como ya habíamos anotado, nuestra clase por suerte está en el mismo laboratorio, cosa que nos permite no perder el tiempo en desplazamientos. Necesitarán batas si no quieren mancharse, y necesitaremos herramientas necesarias para realizar la disección, como nota, la cabeza de cordero ya la habremos manipulado anteriormente y el cráneo lo habremos a punto de abrirse fácilmente, para no perder tiempo.

El objetivo de esta actividad es relacionar los órganos del cuerpo e intentar comprender que para su relación es necesario un sistema como el endocrino.

Los materiales serán: cerebro en cabeza de cordero, hígado, ojo, riñón y pulmón.

La metodología se basa en el trabajo conjunto en grupos de cuatro pasando cada 5 min por cada uno de los órganos. Se les da también un V de Gowin que hemos diseñado (figura 3), para que sigan un guión y lleguen a las conclusiones que habíamos propuesto.

Los criterios que se aplican en esta actividad son: Crit.BG.6.15, Crit.BG.6.16, Crit.BG.6.21.

Las competencias que se mejoran serán CMTC/CSC (trabajo cooperativo) /CPAA (V Gowin).

Actividades Podcast Antena Aragón y vídeo de YouTube:

El podcast de Antena Aragón relativo al sistema nervioso de los adolescentes dura 8 min, al igual que el video de YouTube relacionado con los errores de interpretación de nuestro cerebro. El podcast de Antena Aragón de Ramón y Cajal dura hora y media y es un trabajo para casa.

Los dos primeros se expondrán en clase y se permitirá un tiempo para debate. El objetivo de ambos es generar una adhesión instantánea debido a que es información que les ejemplifica a ellos y que pueden experimentar en su día a día. Las competencias que pretendemos mejorar con ellos son CSC/CCL.

En el trabajo para casa deberán hacer un resumen de 15-30 líneas en inglés explicando que más les ha llamado la atención. Las competencias que podemos mejorar con ello son CCL/CMCT/CEC (personaje histórico importante en su universo cercano). El objetivo es que conozcan la historia de científicos de su entorno y la importancia de su trabajo.

Actividades de experimentos: Medición tiempo de reacción, punto ciego del ojo, diferencias entre la percepción espacial en chicos y chicas.

Todas estas actividades son muy simples, les damos unos guiones y en un minuto o dos podemos plantear un experimento.

El caso de la medición de tiempo de reacción es simple: se deja caer una regla y se mide a qué distancia la ha cogido.

El punto ciego del ojo: se presentan dos puntos separados 10 cm y mirando con un ojo tapado al punto más lejano, separando el papel el punto desaparece ante sus ojos.

El tercero es medir el tiempo que se tarda en responder a distintas imágenes, para conocer lo que tardan en realizar una interpretación espacial.

El objetivo de todas ellas es generarles la idea de que ellos también pueden crear un experimentos y cuantificarlo, incidiendo también en que el impulso nervioso no es instantáneo, en que los receptores no son infinitos si no que se tienen que enmarcar de manera lógica en unas estructuras determinadas y, al mismo tiempo, también atendiendo a la diversidad y diferencias que encontramos en la capacidad de interpretar objetos entre hombres y mujeres (que entiendan que en nuestra misma especie hay diferencias fisiológicas y anatómicas y que, por ello, tenemos que tener respeto a la diversidad).

La metodología para las actividades es darles el guion individual, y luego discutir resultados, en el caso del tiempo de reacción se realizará en grupos de 4. Los materiales en el tiempo de reacción es una regla y el conocimiento del movimiento uniformemente acelerados, y en del reconocimiento espacial un reloj.

Las competencias que se aplican son CPAA (ser capaces de imaginar un experimento) / CMTC/CSC (diversidad).

Los criterios asociados a estas actividades son: Crit.BG.6.16, Crit.BG.6.17, Crit.BG.6.20

Actividades dentro del aula: actividades de escribir, relacionar etc.

Son una batería de preguntas que realizaremos en los momentos que nos dé tiempo en el aula, se realizaran en grupos de 4. Obviamente todos los criterios están asociados y nuestro objetivo no será otro que la práctica en grupos de la solución de problemas planteados en clase para mejorar el recuerdo de toda la carga teórica que han recibido.

Las competencias asociadas son CMCT/CSC

Otras Actividades: Consumo de pantallas. (Si se pudiera realizar fuera de la temporalización de nuestra unidad didáctica).

El objetivo será que nuestros alumnos comprendan las causas biológicas que les pueden llevar a generar una adicción, los indicadores para detectarlas y actuar en consecuencia.

La metodología será la exposición de una sesión sobre consumo de pantallas usando el cañón y un power Point para la explicación, posteriormente se les mandara que lean un artículo sobre el experimento de adicción en ratas y su relación sobre la falta de socialización, posteriormente, en una clase se generaría un debate sobre las causas fisiológica, psicológicas que llevan a la adicción.

Los criterios serán Crit.BG.6.21.23Crit.BG.6.21, Crit.BG.6.23.

Competencias asociadas: CSC/CMTC.

V. EVALUACIÓN FINAL

Como ya hemos expuesto anteriormente tanto los criterios de evaluación, los mínimos exigibles y a su vez los objetivos que aparecen dentro del currículum, por no redundar en los mismos conceptos, no los apuntamos aquí.

Nuestra evaluación se basará un 30 %, en la realización de actividades y un 70 % en la realización de test o exámenes escritos.

Como rúbrica para la evaluación de las actividades de colaboración hemos generado la que añadimos en anexos.

En cuanto a la realización del test, hemos colgado en Google Classroom una prueba anónima que nos ha permitido ver cuál ha sido el desempeño de nuestros alumnos.

Gracias a la colaboración de nuestra tutora, hemos tenido acceso a que nuestros alumnos hayan podido realizar un test de autoevaluación, que sería el mismo que les pondríamos en condiciones normales, el cual han realizado de manera masiva y nos ha aportado datos de cuáles son las carencias, y cuáles son las mejoras que tendremos que aplicar.

Instrumentos de evaluación

Procedimientos	Instrumentos	Criterios de evaluación (siglados según la orden)
Observación sistemática del alumno en clase	Se utilizarán diarios de clase que se anotará para su evaluación la participación en clase y el presentar las distintas tareas de forma que a partir del grado de logro de estos hechos puedan ser evaluados de forma cuantitativa.	Crit.BG.6.15., Crit.BG.6.16, Crit.BG.6.17., Crit.BG.6.18. y Crit.BG.6.19, Crit.BG.6.20, Crit.BG.6.21. Crit.BG.6.22.
	Observación del seguimiento de la asignatura Se realizarán a diario preguntas breves oralmente a los alumnos al azar, de forma que se fomente el estudio continuado de la asignatura. Se optará por el uso de una escala de observación categórica en la que existirán los términos “Siempre”, “Frecuentemente”, “A veces”, “Casi nunca” y “Nunca”.	Crit.BG.6.15., Crit.BG.6.16, Crit.BG.6.17., Crit.BG.6.18. y Crit.BG.6.19, Crit.BG.6.20, Crit.BG.6.21. Crit.BG.6.22.
Análisis de las producciones de los alumnos en los distintos ámbitos	Resumen. Ramón y Cajal: el nacimiento de la neurociencia Se evaluará su competencia en inglés, al igual que la capacidad de síntesis.	Contenido complementario sobre Ramón y Cajal: Crit.BG.6.15,Crit.BG.6.16,Crit.BG.6.17 y Crit.BG.6.20.
	Actividades en el aula Se evaluará la rapidez de resolución de respuestas.	Crit.BG.6.15., Crit.BG.6.16, Crit.BG.6.17., Crit.BG.6.18. y Crit.BG.6.19, Crit.BG.6.20, Crit.BG.6.21. Crit.BG.6.22.
	Actividades cooperativas principales (tanto la disección, como la del uso de analogías) Se evaluará la capacidad de cooperación y la capacidad de síntesis.	Crit.BG.6.15., Crit.BG.6.16, Crit.BG.6.17., Crit.BG.6.18. y Crit.BG.6.19, Crit.BG.6.20, Crit.BG.6.21. Crit.BG.6.22.

Las pruebas específicas (exámenes) involucran	Objetivas Examen tipo test (calificación).	Crit.BG.6.15., Crit.BG.6.16., Crit.BG.6.17., Crit.BG.6.18. y	Crit.BG.6.19, Crit.BG.6.20, Crit.BG.6.21. Crit.BG.6.22.
Otras	En el marco de consumo de pantallas. Se realizará una mini encuesta para valorar su grado de comprensión, a la vez que también se evalúa la presentación y el interés despertado para su mejora.	Crit.BG.6.15 Crit.BG.6.16., Crit.BG.6.17., y Crit.B.G.6.22	

Tabla 3. Instrumentos de evaluación relacionados con los criterios curriculares

Recuperaciones:

En cuanto a las recuperaciones, les pediremos que realicen, si realmente están cerca del aprobado, la elaboración de informes escritos a mano sobre los temas en los que necesiten incidir, dándoles cinco días para presentarlos. De esa manera, intentaremos limitar sus carencias conceptuales, a la vez que les ayudamos a su avance y promoción en la asignatura. También daremos la oportunidad de realización de las mismas actividades voluntarias a aquellos que quieran mejorar la nota, siempre centrándonos en los errores conceptuales que hayan cometido. En el caso de alumnos que no aparezcan por el aula o su falta de interés sea injustificable, tendrán que recuperar la materia de la unidad con un examen escrito, ya sea tipo test o de pregunta abierta que añadimos en anexos.

A la luz de los datos podemos ver que el rendimiento en comparación con notas anteriores ha bajado un poco, pero es comprensible viniendo de un estado de cuarentena como el que hemos sufrido. Además, hay que destacar que el examen tenía un grado extra de dificultad, el cual compensaríamos en la nota final de nuestra evaluación.

Algo también llamativo es que nuestros alumnos han fallado siempre en las mismas preguntas, por tanto, podremos actuar sobre los puntos débiles o las dificultades de su aprendizaje, y acertaremos dónde y cómo aportar la información, de mejor manera, la próxima vez.

En nuestro caso, aunque pudiéramos realizar una evaluación y pudiera tener peso, no podrá usarse para no promocionar o promocionar la asignatura en concreto debido a que el documento del BOA nos indica que:

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE ORDEN ECD/357/2020, de 29 de abril, por la que se establecen las directrices de actuación para el desarrollo del tercer trimestre del curso escolar 2019/2020 y la flexibilización de los procesos de evaluación en los diferentes niveles y regímenes de enseñanza.

Los criterios de evaluación se encuentran en el apartado 4, en la sección d).

D) Adaptación de la evaluación, promoción y titulación. La evaluación del alumnado tendrá un carácter diagnóstico, debiendo recogerse en los informes individuales de evaluación final su grado de adquisición de las competencias básicas alcanzadas y las que sea necesario recuperar. Con carácter general, el alumnado promocionará de curso.

Autoevaluación:

Realizaremos tanto una autoevaluación propia y ,también, les daremos a nuestros alumnos una tabla para su propia evaluación. De la misma manera, aunque esta vez no hemos podido obtener un feedback acerca de nuestra labor docente, en condiciones normales, les aportaríamos material para que nos hicieran una evaluación. Estas tablas las encontraremos en anexos.

Criterios de calificación

En la calificación de nuestra propuesta didáctica se han de tener en cuenta varios factores, que son con los que luego extraeremos la calificación global de la unidad. Estos factores suelen ser seleccionados por el equipo docente, pero en nuestro caso, atendiendo a la situación, los hemos modificado a según lo aplicaríamos. En los siguientes apartados desglosamos los criterios para obtener la calificación final.

- El examen de la asignatura supone el 70% de la calificación.
- El 30% restante de la calificación se corresponde con las actividades realizadas durante la unidad didáctica que, en este caso, se tratarían de la realización de la práctica por analogía (10%), la disección (10%) y el resumen del Podcast sobre Ramón y Cajal (10%).
- Por otro lado, la realización de las prácticas, su proactividad, el cuaderno desarrollado durante otro tipo de actividades, nos va a servir para su seguimiento y ajuste de la nota final.
- El peso final de la calificación supondrá un 10% de la calificación global de la asignatura.

Evaluación por competencias clave:

Durante nuestra unidad hemos tratado diferentes competencias clave, con el fin de aumentar la formación del alumnado y proveerles de una formación en cuanto a la asignatura con un carácter más transversal. Para la evaluación de estas competencias se han utilizado las distintas actividades de la asignatura.

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT): para evaluar esta competencia se han tenido en cuenta varias referencias. Tanto en la actividad del tiempo de reacción, como en las prácticas de generación de analogías, así como durante gran parte de la asignatura es la principal competencia que estamos evaluando.

- Comunicación lingüística (CCL): Esta competencia evalúa la calidad de la presentación de informes a su vez que también la evaluación y corrección de su expresión a la hora de exponer un tema, o expresarse de manera adecuada, dada la cantidad de actividades grupales y la carga de interacción entre alumno y profesor, esta se va a dar de manera constante. A su vez durante la realización del resumen del podcast sobre Ramón y Cajal

les pedimos un resumen en inglés, breve, con los elementos que más les hayan llamado la atención.

- Competencia digital (CD): Tanto la realización de exámenes, uso de videollamadas, encuestas en internet, búsqueda de fuentes de información, puede ser posible evaluar esta competencia.

- Aprender a aprender (CPAA): Durante las actividades cooperativas e individuales se fomenta la capacidad de los estudiantes en lo referente a la búsqueda, selección y elección de la información. Mediante actividades con el uso de Vs de Gowin, búsqueda de información usando flipped classroom...

- Competencias sociales y cívicas (CSC): En el marco de la actividad de consumo de pantallas, se habla de las posibles consecuencias y causas de la adicción y cómo identificar estos problemas y buscar soluciones, a la vez que les generamos interés en el conocimiento del sistema nervioso y hormonal. De la misma forma el tratamiento de enfermedades en distintas fases de nuestra unidad didáctica, los expone al debate de temas sociales, a su vez que les añade una adhesión extra al interés en el caso de que pudieran imaginar tener algún tipo de enfermedad, tanto hormonal como en el sistema nervioso. En el caso de nuestra actividad principal, es la enfermedad o disfunción de un sistema es uno de los elementos que asumimos engancharan a nuestros alumnos.

- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE): Esta competencia está tratada de forma indirecta, tanto usando la metodología de flipped classroom para que ellos mismos busquen información, como el hecho de ser capaces de buscar analogías a partir de las actividades realizadas, en otros sistemas, orgánicos o no, e intuir su funcionamiento o su estructura, y también poder usarlas.

- Conciencia y expresiones culturales (CEC): El trabajo cooperativo da pie a que intervenga en debates respetando las opiniones de los demás y ceden la palabra... La rúbrica de nuestras actividades principales, lo que valora principalmente es esta competencia. También la valoración de los elementos o referentes culturales de su entorno próximo (como el caso de Ramón y Cajal).

VI. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA

Nuestra propuesta didáctica está bien ajustada, pero bajo las limitaciones de la realización de nuestro prácticum II, y teniendo en cuenta que nuestros alumnos solo han podido tener acceso a información de las actividades, sin poder desarrollarlas, nos presentamos en un marco teórico en que el único instrumento para argumentar el uso de nuestras metodologías son las justificaciones teóricas citadas en este TFM.

La carga de nuestra propuesta didáctica consta de una actividad principal (analogía entre sistemas) y es solo parte de una serie de actividades, como la clásica disección, con otra V de Gowin adaptada, baterías de ejercicios, podcast de Antena Aragón sobre Ramón y Cajal, y sobre el desarrollo neuronal del adolescente (en el marco de su interés personal en el que esperamos que ello mejore su interés y su adhesión instantánea al conocimiento del sistema nervioso), videos cortos sobre los errores de procesamiento del sistema nervioso, y unos cuantos experimentos simples que se podrían realizar en cualquier momento (determinación despuntó ciego del ojo, tiempo de respuesta, diferencias entre la percepción espacial por genero...).

Además, también podemos asociar nuestra unidad a actividades relacionadas con el plan director, sobre el consumo de pantallas, donde se pueden plantear también temas como la adicción como base para elaborar conocimientos acerca del sistema nervioso central, aportando tanto evidencias fisiológicas y biológicas, de cuales son los predisponentes, identificarlos y evidenciar una situación de dependencia, para poder actuar en consecuencia.

Sabiendo que venimos de un estado general de pandemia, y con las características de esta extraña temporada, así como conociendo el nuevo marco legislativo que permitía, durante este periodo, promocionar de manera general a nuestro alumnado, nos enfocaremos en presentar los problemas reales que se desprenden de la realización de su evaluación (mediante un examen de tipo test, anónimo y voluntario, usando Google Forms, al que nuestros alumnos respondieron masivamente), ya que no hemos podido realizar otra.

En el análisis de las preguntas se trasluce que no entienden o no comprenden cuál es la misión del cerebelo, a su vez tampoco pueden generar un marco abstracto o una analogía para comprender la sinapsis nerviosa.

Sabiendo que nuestra unidad didáctica es una de las más complejas y difíciles de abordar por parte de nuestros alumnos, debido a la necesidad de un amplio rango de conocimientos, tanto físicos, químicos, biológicos, semánticos... Para poder integrar de manera óptima estos conocimientos, asumimos que nuestra metodología sería muy útil a la hora de abordar estas limitaciones.

También hay que añadir que nuestro alumnado, independientemente de la situación de pandemia, y que sus resultados hayan sido algo inferiores con respecto al nivel del que procedían, no son apenas significativos con respecto a una situación nueva a la que se han tenido que adaptar, cosa que es de valorar por su parte.

La exigencia del examen planteado es alta y un así lo han solventado, en esta situación tan característica, de una forma mucho más aceptable de la que cabría esperar.

Como propuesta de mejora hemos planteado un experimento para intentar determinar si realmente nuestra propuesta, y centrándonos en su actividad principal, sería óptima para obtener unos resultados positivos en cuanto a la mejora de su rendimiento académico:

Experimento:

- Población: Grupo experimental y grupo control con estudiantes de ciencias y letras.
- Determinación del interés del objeto o herramienta a utilizar de nuestra metodología:

Encuesta a nuestros alumnos de los siguientes elementos.

¿Cuáles de estos elementos a simple vista os parecen más interesantes para conocer?

- Se les presenta:

Una manzana, un móvil, un silbato, un mazo de cartas con figuras del sistema nervioso.

- Se les pide que respondan a la pregunta (preferiblemente telemáticamente, vía encuesta, SurveyMonkey, Google Forms...)

- Se les presenta por segunda vez:

Una manzana abierta por la mitad, un móvil abierto (que se vea la circuitería), el silbato abierto y el mazo de cartas desplegado.

Nuestra hipótesis es que a los alumnos de ciencias les parecerá más interesante conocer cosas acerca del móvil abierto.

Una vez que ya hemos generado ese interés o que sabemos que hay un elemento que genera más interés realizaremos nuestra propuesta. Es posible que nuestros alumnos aprendan más con este elemento que sin él.

Para ello daríamos, si pudiera ser, el tema entero en un grupo control sin estos elementos y el tema entero con otros grupos con estos elementos propuestos para nuestra actividad.

La hipótesis es que tanto un elemento que tiene una capacidad de intrigar al alumnado de manera importante, a la vez que es ajustado para el uso de analogías, ya que se pueden inferir una ingente cantidad de ellas porque el funcionamiento de ambos sistemas (el orgánico y el tecnológico) es prácticamente similar, nos generará un aprendizaje efectivo muy superior al que cabría esperar de una propuesta clásica.

Como no podemos realizar esta propuesta de investigación la dejaremos anotada por si alguno quisiera utilizarla, también es cierto que el docente, en este caso, debe tener un conocimiento muy alto tanto de matemáticas, química, física, biología y mecánica, porque si no, no va a poder hacer uso del modelo, perdiendo esta capacidad de inducir analogías explicativas, a no ser que se forme muy bien para esta práctica.

La evaluación por supuesto, para la recogida de datos, será la misma en los dos casos (grupo experimental y grupo control), se prefiere por rapidez de la obtención de datos y la facilidad de análisis, su realización vía ordenador tablet o móvil, con un formulario ya sea en Google Forms o en SurveyMonkey.

Con este experimento deberíamos:

- Ver si un elemento de interés es óptimo para generar analogías.
- Si la preparación del docente y sus conocimientos multidisciplinarios afectan al rendimiento y motivación del alumno.
- Si realmente es comparable con otros modelos analógicos para el mismo tema, utilizando otro modelo u otra metodología.

- Si los alumnos de ciencias y letras tienen distinta percepción del interés,
- Si un objeto común despierta interés cuando lo ven superficialmente o interiormente.
- Si les ha servido. Ahora creen, han realizado analogías o imaginado como sería el funcionamiento de: una pantalla, un frigorífico... (o cualquier elemento de su entorno cercano)... si ahora ven los objetos de otra forma, capaces de extraer información de ellos (y también analogías con respecto a otros sistemas).

Alternativas y otros marcos de aplicabilidad

(Referidos a nuestra actividad principal - analogías entre el sistema nervioso y un sistema tecnológico, en este caso un móvil - y su escalabilidad a otros grupos de diferente nivel formativo para la explicación del sistema nervioso central)

Entendemos perfectamente que este modelo es aplicable a edades de secundaria. En caso de alumnos mucho más jóvenes habría que tener cuidado de los elementos pequeños, de los cuales se podría malinterpretar su uso. Al mismo tiempo, estos conceptos son muy avanzados para ellos, y tendríamos que adaptar tanto los contenidos, como las analogías, para su correspondiente etapa.

Las limitaciones en edades tempranas van desde el peligro potencial de asfixia, hasta la sustracción de partes del material. En aulas con un alto desempeño y gran número de docentes por aula se podría implementar, pero a unos niveles conceptuales poco exigentes adaptando las V de Gowin. En edades más avanzadas y en alumnado conflictivo también sería un problema realizar estas actividades, si solo es algo puntual, las metodologías aplicadas son ajustadas. En el caso de no disponer de material se puede realizar con fotografías de las partes removibles, pero no tiene el mismo impacto que un objeto real para evidenciar analogías e imaginar estructuras a partir del modelo analógico. Al igual si no disponemos de laboratorio o guantes extremando el cuidado se puede realizar sin problemas. En cuanto al material de lectura si no es por internet, podemos suministrarles nosotros recursos tangibles, o pueden usar una biblioteca.

VII. CONCLUSIONES

Antes de nada, quisiera agradecer, en estas tan inciertas circunstancias, tanto a mi compañero de prácticas Jose Antonio Merodio, a mi tutora del instituto Sofía Bello y mi tutora del TFM Carmen Ceamanos, su inestimable presencia y ayuda, al igual que agradecer a los alumnos su solicitud a recibir las actividades y a la realización de las mismas. Tampoco puedo olvidarme del resto de profesorado de este Máster que, ya sea por acierto o por error, me han ayudado a crecer y espero que en último término esto pueda ayudar a mis alumnos cuando realice labor docente.

La realización del prácticum II se enmarca en una pandemia y un confinamiento sin precedentes en el mundo, a su vez que debido a la baja laboral por situación de embarazo de nuestra tutora de centro y el desentendimiento de nuestra situación (también comprensible, ya que no era alguien comprometido a nada en relación con este Máster) del profesor sustituto, nos ha hecho que el contacto con nuestro alumnado haya sido más limitado del que deberíamos haber tenido, de cualquier forma, todas las actividades, independientemente de que no tuvieran ninguna necesidad de realizarlas, les han llegado a nuestros alumnos, igual que los resúmenes de nuestra unidad, y los protocolos de problemas y actividades, además de que masivamente realizaron el examen telemático tipo test, aunque no tuvieran ni la necesidad, ni la obligación para realizarlo. Esto denota la importancia de la influencia de nuestra docente y su relación con el alumnado, sumando a esto el respeto que se desprende de prestarse a realizar dichas actividades.

Por tanto, los resultados solo se basan en un contacto semidirecto, algo que deseablemente no hubiese sido una elección personal y, por supuesto, tampoco la realización de clases telemáticas lo hubiera sido, pero ante estas situaciones tenemos que adaptarnos para permitir a nuestros alumnos avanzar en su actividad académica, con las menores limitaciones posibles.

En términos globales, el Máster aporta conocimientos y técnicas, para la mejora de la actividad docente en comparación con el marco “tradicional”. En general este Máster es conveniente, pero con menos meses. Los conocimientos en psicología del desarrollo y psicología social son necesarios, pero para estudiantes de carreras de ciencias de la vida, con una semana les sería suficiente. En otras asignaturas esta también sobredimensionados el tiempo y las actividades, para el nivel de los matriculados en este Máster. En cuanto a la cantidad de actividades, quizás sería mejor ajustarlas y realizarlas durante un periodo de prácticum, por ejemplo, extendiendo el prácticum I. Este año ha sido difícil para todos, pero creo que con menos carga de actividades, y actividades más específicas que engloben más requerimientos (y no tantas), la enseñanza podría ser más fluida y dar los mismos frutos.

Para concluir, a modo de reflexión de toda la experiencia en este Máster, quiero destacar la importancia del respeto al alumnado y, en la situación educativa que está el mundo, los posibles problemas que se nos plantean, además del posible origen de los mismos y de sus consecuencias más negativas.

Crítica del uso de metodologías y experimentos psicológicos para la obtención de objetivos académicos:

Observando los datos del informe PISA (2018), los países que mejores resultados sacan tienden a coincidir también con los países con mayor tasa de suicidio en adolescentes.

Salvo los casos particulares de Rusia y Hungría, parece que los resultados del PISA nos están indicando también la proporción de suicidios que van a tener nuestros jóvenes.

El caso más escandaloso puede ser Japón, siendo el suicidio la primera causa de muerte entre adolescentes, coincidiendo el pico de estos sucesos al inicio del curso académico.

Podríamos pensar que es una cuestión cultural, pero en los países de la OCDE el suicidio es la segunda causa de muerte para nuestros jóvenes.

Países como Singapur ya tomaron la decisión de suspender exámenes, al darse cuenta que habían primado la excelencia a la felicidad de sus alumnos. Es un dato interesante, pero llega tarde.

Obviamente la presión mundial por los requerimientos cada vez mayores de capital humano altamente cualificado (se puede ver el incremento histórico de personas con estudios terciarios en el mundo), ha espoleado a muchos países a tomar decisiones de cara a futuro sin medir las consecuencias.

Cuando usamos metodologías, debemos respetar altamente a los alumnos, indicándoles en todo momento por qué se realiza una actividad, con qué propósito y cuáles serían las consecuencias adversas si las hubiera (algo que es difícil encontrar en la literatura).

Refiriéndonos a un estudio realizado en el proyecto Making Caring Common (“Hacer de la solidaridad algo común”), una iniciativa de la escuela de educación de Harvard, se trasluce que nuestros estudiantes asocian como primer objetivo a perseguir el éxito o la felicidad individual. Y claro la transmisión de esta imagen tan particular es la clave del problema.

Otro problema que nos encontramos según el informe de indicadores educativos de la OCDE (2018), es que nuestros alumnos pasan en clase 1054 horas, y de la misma forma según el informe de familias hiperconectadas de la OCDE (2018) de los 12 a los 17 años pasan 1058 horas conectados. Sabiendo la influencia de la escuela, y su cada vez menos conexión con su cultura parental, se exponen a que las ideas de personas que no tengan como objetivo procurarle su felicidad permeen en ellos como axiomas.

Lo cierto es que esta circunstancia puede ser útil para utilizar las nuevas tecnologías para que nuestros alumnos aprendan más y mejor... Pero:

¿Acaso hemos tenido en cuenta el desarrollo neuronal del adolescente, la fragilidad de un sistema en desarrollo explosivo como el suyo, intentando transferirles conocimientos o manteniéndoles en un nivel cognitivo tan alto que no tengan ni tiempo para soñar? ¿Acaso la transferencia de estas ideas sobre la felicidad y la inteligencia no tienen nada que ver con la realidad? ¿Les hemos dado herramientas para que puedan identificar los posibles efectos que las innovaciones en psicología y en la actividad académica les pueden provocar? ¿Podemos llegar a generar individuos con buenos resultados, pero absolutamente desequilibrados?

Decía Oscar Wilde que todo arte o creación nace del ocio, no sabemos muy bien si acierta o se equivoca bastante, pero someter a nuestros jóvenes a una presión dirigida hacia un único objetivo, sin darles las herramientas para negarse o reconocer lo que necesitan, no solo los estamos presionando a que entren por un cuello de botella, si no que además se hace sin

saber hasta que punto puede ser beneficioso para la sociedad si son incapaces de imaginar nada más allá de los estándares que hayamos marcado.

Si preguntásemos a algún progenitor qué desea que sean sus hijos, los más sabios sin duda dirían que desean que sus hijos sean buenas personas (¿es que acaso se puede aspirar a más?), actualmente algunos autores, entre los que citamos a Davidson (2002), opinan que la bondad es el punto más alto de la inteligencia, no es algo nuevo, San Pablo (54-57) en la primera de Corintios capítulo 13 ya lo apuntaba: “Si hablando lenguas de hombres y de ángeles, no tengo caridad, soy como bronce que suena o címbalos que retiñe./ Y si teniendo el don de profecía, y conociendo todos los misterios, y toda la ciencia, y tuviese tanta fe que trasladase los montes, no tengo caridad, nada soy./Y si repartiere toda mi hacienda y entregare mi cuerpo al fuego; no teniendo caridad, en nada me aprovecharía.”

De igual manera Savater (2019) presenta que las virtudes no se aprenden de lo abstracto hay que buscar a personas que las posean. Ante esta suposición, la transmisión de concepciones erróneas acerca de estas puede llevar a situaciones tan indeseables como las que hemos estado describiendo.

En el imaginario colectivo de todos tenemos los fotogramas de Alex el protagonista, sometido a tratamientos conductivos para “reeducarlo” (o limitar su libertad de acción), de *La naranja mecánica*, película dirigida por Stanley Kubrick, basada en la novela homónima de Anthony Burgess. Esperemos que no se nos haya olvidado a nadie.

Notas finales:

Trabajamos con la mejor materia prima que existe, los seres humanos, en su fragilidad y en su crecimiento, no somos más que participes de su desarrollo, pero seguimos tomando partido esencial en él, así que nuestros errores también pueden ser transmitidos. Recordando las palabras Las Heras (2001) “El niño coge el sol./ lo besa, lo lame./ golpea suavemente su redondez/ y lo siente cerca./ como todo lo que al brillar/ le pertenece...” Nuestro objetivo no ha de ser otro como profesores de ciencias, una vez que el tiempo enseñe la distancia a sus ojos, que ellos mismos puedan crear, por qué no, otra estrella que los libere de su orfandad primera e ilumine su destino y a su vez el de todos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzate, Ó. E. T. (2013). Modelos y modelización en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 3484-3487.
- Alvarado, G., Rivas, S. y Ochoa, M. (2012). Diseño Instruccional con enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS) para la enseñanza del contenido del Sistema Nervioso. *Revista de Investigación* vol.36 no.77.
- Aymerich, M. I. (1994). *La V de Gowin, un instrumento para aprender a aprender (y a pensar)*.
- Chapela, A. (2014). Entre ficción y ciencia: El uso de la narrativa en la enseñanza de la ciencia. *Educación química*, 25(1), 2-6.
- Davidson, R. J. (2002). Anxiety and affective style: role of prefrontal cortex and amygdala. *Biological psychiatry*, 51(1), 68-80.
- De Carlos, J.A. (12 de diciembre de 2019). Ramón y Cajal: el nacimiento de la neurociencia. [Audio en podcast]. Recuperado de <http://www.aragonradio.es/radio?agregar=198169>
- Doblas, P, y Adiego, C. (3 de junio de 2019). Escuela de padres: neurociencia y adolescencia [Audio en podcast]. *Despierta Aragón*. Recuperado de <http://www.aragonradio.es/radio?agregar=188886>
- Flumerfelt, S. y Green, G. (2013). Using Lean in the Flipped Classroom for At Risk Students. *Journal of Educational Technology & Society* Vol. 16, No. 1, pp. 356-366.
- Galagovsky, L. R. y Greco, M. (2009). Uso de analogías para el " aprendizaje sustentable": El caso de la enseñanza de los niveles de organización en sistemas biológicos y sus propiedades emergentes. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 4(1), 10-33.
- Herrera San Martín, E. y Izquierdo i Aymerich, M. (2017). Aprender a indagar y modelizar con el diagrama Uve de Gowin en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 0145-152.
- Higgins, S., Wall, K., Baumfield, V., Hall, E., Leat, D., Moseley, D., ... y Woolner, P. (2007). Learning to Learn in Schools Phase 3 Evaluation: Final Report. London, *Campaign for Learning*. Disponible en: www.campaignforlearning.org.uk
- Las Heras, R. (2001). *I Premio de Poesía Joven Ildefonso Manuel Gil*. Zaragoza: Tierra.
- McLaughlin, J. E., Roth, M. T., Glatt, D. M., Gharkholonarehe, N., Davidson, C. A., Griffin, L. M., ... y Mumper, R. J. (2014). The flipped classroom: a course redesign to foster learning and engagement in a health professions school. *Academic medicine*, 89(2), 236-243.
- Michavila, F. (2009). La innovación educativa, oportunidades y barreras. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura* CLXXXV EXTRA 2009.
- Minervini, M. (2006). Las infografías interactivas en la práctica educativa de la Biología. *Razón y palabra*, 49, 1-7.
- Milman, N. B. (2012). The Flipped Classroom Strategy: What Is It and How Can It Best Be Used?. *Distance learning*. Volumen 11. Recuperado de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=NgYoDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=flip%20ped+classroom&ots=M5D19GfmNe&sig=OPtNbqXNlwaxM2TbB-%20cQj55sAh0#v=onepage&q=flipped%20classroom&f=false>

- National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, DC. (1996). *National science education standards*. ERIC Clearinghouse. Recuperado de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WprSjvDW0dAC&oi=fnd&pg=PA1&dq=team#v=onepage&q=team&f=false>
- Oviedo, P. E. (2006). La resolución de problemas. Una estrategia para aprender a aprender. *Revista de la Universidad de La Salle*, 2006(41), 31-39.
- Richland, L. E., y Simms, N. (2015). Analogy, higher order thinking, and education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 6(2), 177-192.
- Savater, F. (2019). *El valor de educar*.
- Sierra Díez, B. (1995). Solución de problemas por analogía. *Razonamiento y comprensión*, Madrid, Trotta, 181-183.
- Tamayo, O.E. (2009). Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Editorial Universidad de Caldas*. Manizales.
- Vygotsky, L. S. (1934/1990). Pensamiento y lenguaje. En A. Álvarez y P. del Río (Eds.). L. S. Vygotsky. *Obras escogidas* (Vol. 3). Madrid: Centro de Publicaciones del m.e.c.
- Vygotsky, L. S. (2000). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.

IX. ANEXOS

Anexo I: Rúbricas y tablas de evaluación.

Rúbrica para el trabajo cooperativos de disección y de analogías de sistemas:

Rubrica actividad: Trabajo cooperativo

Estudiante:

Fecha:

Nombre	Excelente (10- Puntos)	Bueno (8- Puntos)	Regular (5- Puntos)	Deficiente (3- Puntos)	No lo hizo (0- Puntos)
1. Disposición para prestar ayuda (20%)	Siempre que un compañero/a tiene una duda y le pregunta, el alumno/a deja de hacer lo que está haciendo.	La mayoría de las veces que un compañero/a tiene una duda y le pregunta, el alumno/a deja de hacer lo que está haciendo y le ayuda. En ocasiones no lo hace.	Algunas veces, cuando un compañero/a le pregunta, deja de hacer lo que está haciendo y le ayuda. La mayoría de las veces solo cuando se lo indica el docente.	El alumno/a no ayuda a sus compañeros/as cuando tienen dudas.	
2. Gestión de la ayuda (20%)	El alumno/a presta ayuda a sus compañeros/as teniendo en cuenta la gestión de ayudas. Si no es capaz de explicarlo, recurre a otro compañero/a o al docente. Nunca da la respuesta final.	El alumno/a presta ayuda a sus compañeros/as teniendo en cuenta la gestión de las ayudas. Si no es capaz de explicarlo, recurre a otro compañero/a o al docente, aunque en ocasiones da la respuesta final.	La mayoría de las veces, el alumno/a ayuda a sus compañeros/as utilizando la gestión de las ayudas, aunque tiende a dar la respuesta final antes de intentar explicarlo de otra manera.	El alumno/a da la respuesta a los compañeros/as cada vez que le preguntan una duda o no les presta ayuda.	
3. Gestión de los temporizadores y el ruidómetro (10%)	El alumno/a respeta los tiempos/momentos de trabajo individual, parejas y equipo. Además, utiliza el nivel de voz correcto en cada momento.	La mayoría de las veces el alumno/a respeta los tiempos/momentos de trabajo y los niveles de voz. Cuando el docente o sus compañeros/as le llaman la atención responde positivamente.	El alumno/a respeta los tiempos/momentos de trabajo de forma intermitente. Aunque puede responder a las llamadas de atención, no mantienen la implicación mucho tiempo.	Alumno/a no respeta los tiempos de trabajo ni los niveles de voz. Además, no responde bien a las llamadas de atención del docente o de sus compañeros/as.	
4. Disposición para pedir ayuda(20%)	El alumno/a pide ayuda a sus compañeros/as antes que al docente.	La mayoría de las veces el alumno/a pregunta las dudas a sus compañeros/as, aunque a veces recurre antes al docente.	El alumno/a suele recurrir al docente antes de preguntar a sus compañeros/as, aunque en ocasiones sí lo hace.	Recurre al docente siempre para resolver sus dudas.	
5. Gestión del turno de palabra (20%)	Cuando el docente pide la palabra mediante el gesto de levantar la mano, el alumno/a la levanta y se queda en silencio. Cuando quiere participar en clase respeta el turno de palabra de sus compañeros/as y cuando quiere hablar levanta la mano y se espera a que el docente le dé permiso.	Cuando el docente pide la palabra mediante el gesto de levantar la mano, el alumno/a la levanta y se queda en silencio. La mayoría de las veces que quiere participar en clase respeta el turno de palabra. Cuando no lo hace, responde adecuadamente a las indicaciones del docente o de sus compañeros.	En algunas ocasiones, respeta el turno de palabra del docente cuando este lo pide mediante el gesto de levantar la mano. Cuando no lo hace, no suele atender a las indicaciones del docente o de sus compañeros/as. No suele respetar los turnos de participación de sus compañeros/as y habla sin levantar	El alumno/a no suele respetar el turno de palabra cuando lo pide el docente o sus compañeros/as y no atiende a las indicaciones del docente o de sus compañeros/as para que cumpla el turno de palabra.	
6. Participación en las dinámicas de trabajo(10%)	El alumno/a participa activamente en las tareas propuestas teniendo en cuenta las funciones de sus roles	El alumno/a participa en las tareas propuestas aunque se distrae puntualmente. Entonces, responde positivamente a las llamadas de atención de los compañeros/as o del maestro	El alumno/a participa en las actividades de forma intermitente. Aunque puede responder a las llamadas de atención, no mantiene la implicación mucho tiempo.	El alumno/a no participa en las tareas propuestas. O no hace nada o acapara el trabajo y no deja participar a los demás.	

Tabla de autoevaluación.

ASPECTOS A EVALUAR	A DESTACAR...	A MEJORAR...	PROPUESTAS DE MEJORA PERSONAL
Temporalización de las unidades didácticas			
Desarrollo de los objetivos didácticos			
Manejo de los contenidos de la unidad			
Realización de tareas			

ASPECTOS A EVALUAR	A DESTACAR...	A MEJORAR...	PROPUESTAS DE MEJORA PERSONAL
--------------------	---------------	--------------	-------------------------------

Recursos			
Estrategias metodológicas seleccionadas			
Claridad en los criterios de evaluación			
Uso de diversas herramientas de evaluación			
Atención a la diversidad			

Anexo II: Protocolos proporcionados a los alumnos, exámenes y formularios.

Protocolo de nuestra actividad principal (el resto está en descargas).



¿Cómo se relaciona un ser vivo y como integra la información?

Práctica Modelo

Dominio conceptual

Teoría (Relación e integración de la información)

Conceptos:

Órganos y elemento del sistema de nervioso central

Localización Morfología Funciones

Herramientas:

Apuntes/libro/Palabras clave

Palabras clave

Dominio metodológico

Actividad:

- I. Visualizar los componentes
- II. Apuntar los principales elementos estructurales y morfológicos. Intentar buscar una relación con el sistema nervioso central y ver analogías.
- III. Cómo podrían explicar el funcionamiento del sistema nervioso central utilizando como modelo el móvil.

Resultados:

- I. Escribir la relaciones analógicas. Sentidos, órganos, estructuras...
- II. Anotar algunas enfermedades análogas derivadas de la mala conservación de alguno de sus componentes o la mala función de ellos.

Conclusiones:

¿Podrías asociar este sistema a otros (orgánicos)? ¿Es un sistema que se conserva en otros modelos similares? ¿Es útil para explicar enfermedades?

Estructura	Sabes:	¿Cuál es?	Órganos que se relacionan	Función	Disfunción
Vibración					
Visión					
Táctil					
Comunicación					
Aislamiento					
Micrófono y altavoz					
Flex y conectores					
Chasis					

Sistema Nervioso

Mini encuesta SurveyMonkey:

<https://es.surveymonkey.com/results/SM-ND6HJ9KF7/>

Encuesta consumo de pantallas SurveyMonkey:

<https://es.surveymonkey.com/r/SRZDJR6>

Examen Google Forms del sistema nervioso:

<https://forms.gle/MxFNrgdPFs2Rkp166>

Todas las actividades realizadas (Vs Gowin: práctica móvil, práctica disección; rúbricas, experimentos, otros exámenes... Portafolio de TICs, con análisis de aplicación de herramientas...), para poder descargarse. No lo añadimos aquí por no extender más el presente documento, como la idea ya está justificada y evidenciada en todo el corpus del trabajo, dejamos el enlace de descarga de todas las actividades por si se quisiera revisar más en profundidad.

<https://we.tl/t-vqtmldhsdo>