



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Máster

Método del caso: Ramón y la esclerosis múltiple.

Aprendizaje del sistema nervioso en equipo

Case method: Ramon and multiple sclerosis.

Team learning of the nervous system

**Autor**

Javier Amezcua Gil

**Director**

Juan Antonio Ansón García



**Facultad de Educación**  
**Universidad** Zaragoza

2016/2017

# **ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. ANÁLISIS CRÍTICO DE DOS ASIGNATURAS DEL MÁSTER .....	5
2.1 Procesos de enseñanza-aprendizaje .....	5
2.2 Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje.....	6
3. PROPUESTA DIDÁCTICA .....	8
3.1 Evaluación inicial .....	8
3.2 ¿Qué saben nuestros alumnos inicialmente? .....	9
3.3 Objetivos.....	10
3.4 Justificación .....	12
4. ACTIVIDADES .....	13
4.1 Contexto y participantes .....	13
4.2 Objetivos.....	13
4.3 Contenidos y temporalización de las sesiones.....	14
4.4 Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje e indicadores de logro.....	15
4.5 Metodología.....	15
4.5.1 Materiales y recursos didácticos .....	18
5. EVALUACIÓN.....	19
6. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN.....	23
7. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTAS DE MEJORA...	24
8. CONCLUSIONES DEL MÁSTER .....	29
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
10. ANEXOS.....	33

# 1. INTRODUCCIÓN

---

El presente Trabajo Fin de Máster (TFM) supone el punto final a un año de formación docente otorgado gracias al Máster Universitario en Profesorado ESO, Bachillerato, FP y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas<sup>1</sup> (especialidad de Biología y Geología) realizado durante el presente año académico e iniciado tras finalizar el grado en Biotecnología en el curso 2015-2016, ambos en la Universidad de Zaragoza.

Realizado el grado reflexioné sobre dos posibles vías a seguir para dirigir mi futuro laboral: seguir en investigación realizando el Máster Universitario en Biología Molecular y Celular (también de la Universidad de Zaragoza) o iniciarme en la docencia. Terminé decantándome por esta segunda opción porque siempre he sentido admiración por la profesión docente. Tuve ganas de conocer más de cerca la labor de los profesores en las aulas y me pareció una buena oportunidad para ampliar mis posibilidades de introducirme en el mundo laboral en un ámbito que me resultase atractivo, algo que actualmente en España es complicado en la investigación.

Una vez comenzado el Máster en Profesorado se nos comentó en reiteradas ocasiones que donde más aprenderíamos sería durante nuestro periodo de prácticas del segundo cuatrimestre, dado que en él impartiríamos clases nosotros mismos y podríamos ponernos a prueba y aplicar las enseñanzas recibidas en el Máster hasta el momento. En mi caso llevé a cabo las prácticas en el colegio Compañía de María de Zaragoza, inaugurado en la Calle Bilbao en 1928 y distinto al que realicé mis estudios de Secundaria (IES Ramón Pignatelli). Lo escogí para conocer un ambiente distinto y experimentar de primera mano las diferencias entre un centro privado concertado y uno público, estudiadas en la asignatura de Contexto de la actividad docente.

En concreto, el colegio Compañía de María se caracteriza por ser un centro privado concertado<sup>2</sup>, bilingüe en inglés, centro examinador de exámenes de Cambridge<sup>3</sup> e integrado con el alumno desde Educación Infantil hasta el Bachillerato. Por tanto, el centro alberga a niños y adolescentes desde los 3 años (que suelen proceder del entorno más próximo al centro) hasta los 18 años (que pertenecen, además, a otras zonas periféricas, especialmente a partir de la Educación Secundaria Obligatoria o ESO). En particular, cuenta con 1105 alumnos de los que 669 son de Infantil y Primaria y 436 de Secundaria, todos ellos a cargo de 65 docentes, de los que 37 se encuentran en Infantil y Primaria y 28 en Secundaria. Además, dentro de Secundaria en la ESO existen tres vías (A, B y C) y el número de alumnos por clase es en torno a 30 en los grupos ordinarios.

En cuanto al alumnado en sí cabe señalar que, dado que el colegio se ubica en el centro de la ciudad, gran parte de los estudiantes procede de familias con una situación económica y social media y media-alta, por lo que son pocos los alumnos inmigrantes presentes. Sin embargo, el centro sí que cuenta con un número significativo de alumnos con necesidades especiales, concretamente alumnos hipoacúsicos, hasta el punto de que el colegio está considerado como centro de integración preferente de deficientes auditivos, lo que en

---

<sup>1</sup> En el resto del documento se ha hará referencia al mismo como Máster en Profesorado.

<sup>2</sup> Educación Infantil y Bachillerato son etapas privadas, mientras que la Educación Primaria y la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) son concertadas.

<sup>3</sup> Al ser un centro examinador de inglés cuenta con la ventaja de que no sólo alumnos del centro, sino externos pueden realizar los exámenes para las pruebas de nivel de Cambridge en el mismo.

conjunto influye positivamente en el desarrollo a la tolerancia y respeto a las diferencias de los alumnos y le aporta al propio colegio una notoriedad social.

Dicho esto, con el presente TFM se pretende exponer, defender y analizar la propuesta didáctica llevada a las aulas del colegio durante los Practicum II y III, teniendo para ello en cuenta tanto las aportaciones recibidas o que hubiesen sido de utilidad conocer por dos asignaturas del Máster para la puesta en práctica de dicha propuesta, así como la fundamentación didáctica y legal basada en la búsqueda bibliográfica realizada a la hora de su elaboración y de la elección de los recursos pertinentes. Además, a partir de los resultados obtenidos se expone una evaluación de la propuesta y cómo podría ser mejorada en un futuro, así como unas conclusiones en parte influenciadas por el propio desarrollo del Máster, del que, finalmente, se ofrece un análisis y crítica constructiva en base a las expectativas personales construidas en torno al mismo y a la realidad encontrada posteriormente.

## **2. ANÁLISIS CRÍTICO DE DOS ASIGNATURAS DEL MÁSTER**

---

En el presente apartado se realiza el análisis de dos asignaturas del Máster en Profesorado de forma general y su contribución a la propuesta didáctica llevada a cabo en las aulas del colegio Compañía de María. Son diversas las asignaturas del Máster que, en mayor o menor medida, me han aportado un crecimiento personal y profesional, pero, en concreto, las asignaturas escogidas para el presente análisis han sido Procesos de enseñanza-aprendizaje y Tecnologías de información y comunicación (TIC) para el aprendizaje. La primera ha sido elegida por tener continuamente presentes los contenidos de la misma a la hora de elaborar y poner en práctica la propuesta didáctica llevada a las aulas, mientras que la segunda la he elegido por lo que podría haberme aportado de haber dispuesto del número de sesiones suficientes y de haber conocido más herramientas y recursos de forma previa a la realización de las prácticas.

### **2.1 Procesos de enseñanza-aprendizaje**

Procesos de enseñanza-aprendizaje se trata de una asignatura obligatoria del primer cuatrimestre. En una primera instancia durante la realización de la misma no aprecié el potencial de los contenidos vistos durante las clases del Máster, pero mi percepción sobre la misma cambió en cuanto inicié los Practicum II y III y tuve que preparar mi propuesta didáctica. Concretamente, los contenidos vistos en Procesos de enseñanza-aprendizaje fueron:

1. Aprendizaje y motivación.
2. El clima del aula.
3. La evaluación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
4. Estrategias de atención a la diversidad.
5. Teorías del aprendizaje.
6. El uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Como se ha indicado, en mayor o menor medida todos ellos contribuyeron a mi puesta en práctica de las enseñanzas recibidas en Procesos de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, tal y como se va a ir presentando, algunos de los contenidos se repiten en otras asignaturas y esto es algo que desde el Máster debería mejorarse.

En primer lugar, del aprendizaje y la motivación aprendí que el mejor estilo para comunicarse con los alumnos es el asertivo, es decir, uno en el que el profesor interactúa con respeto, facilita que los demás se expresen y escucha con interés, ganándose así la confianza de los alumnos, algo que considero que en parte pude llegar a conseguir en el centro. Sin embargo, estas mismas nociones se nos presentaron en la asignatura de Interacción y convivencia en el aula, de manera que debería decidirse en cuál de las dos asignaturas se imparte para así además poder invertir ese tiempo en incluir contenidos novedosos en la otra asignatura.

Estudiar el clima del aula me permitió conocer los diversos factores que pueden influir en el desarrollo de una clase y entender el comportamiento de los alumnos en alguna de las sesiones que impartí, como una tercera sesión que tuve con 3º de la ESO, en que los alumnos no me atendieron no por no interesarles los contenidos, dado que en clases anteriores su participación había sido elevada, sino por una cuestión de horario, de organización en el

aula, ya que después de mi hora de clase tenían examen de Lengua y Literatura. El problema que experimenté en esta sesión es que no supe cómo actuar ante dicha situación correctamente, precisamente por el gran fallo que considero que tiene esta parte de la asignatura de Procesos de enseñanza-aprendizaje, que es no profundizar en el estudio de estrategias y herramientas que permitan promover un clima del aula adecuado, quedándose en una visión descriptiva de los factores que intervienen en el mismo.

En cuanto a la evaluación en el proceso de enseñanza-aprendizaje este fue uno de los temas que me resultó de mayor utilidad a la hora de plantearme cómo evaluar a los alumnos en el centro. Aprendí que existen muchas más formas de evaluar el aprendizaje de los alumnos aparte de la tradicional con un examen final, lo que junto a la enseñanza de las principales teorías del aprendizaje, es decir, conductismo, cognitivismo y constructivismo, ha ampliado mi visión de la educación, que antes se resumía en una metodología tradicional de enseñanza por haber sido la recibida. Además, dentro de la evaluación en el proceso de enseñanza-aprendizaje conocí diversos instrumentos de evaluación que pueden emplearse, siendo de especial interés en mi caso la evaluación por rúbricas por las posibilidades que se pueden abarcar con las mismas en caso de realizar un buen diseño. Esto también se nos enseñó en la asignatura de Diseño curricular en Física y Química y Biología y Geología, sólo que en este caso sí veo favorable que exista solapamiento entre los contenidos de diferentes asignaturas, dado que la elaboración de una rúbrica es personal y conocer cómo las enfocan y construyen docentes distintos considero que puede resultar más enriquecedor para los alumnos del Máster.

Por su parte, vimos diferentes estrategias de atención a la diversidad y todas ellas me sirvieron para entender que la palabra diversidad hace referencia a las características de los alumnos en un sentido amplio y que no sólo hace referencia a alumnos que precisen de adaptaciones curriculares. Entre todas escogí practicar en el centro el método del caso, por ser la que me resultó más atractiva desde el punto de vista constructivista, y el aprendizaje cooperativo, dado que se trata de una herramienta habitual en el colegio Compañía de María y no se me informó de la presencia de alumnos con necesidades especiales, de manera que me pareció la más adecuada para intentar abarcar todas las posibles necesidades de los grupos a los que les impartí clase.

Finalmente, la parte de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura se repite con Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje, en la que se profundiza más sobre las TIC. Actualmente interpreto que esta es una medida tomada en la asignatura de Procesos de enseñanza-aprendizaje porque Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje es optativa, pero pienso que debería suprimirse este último contenido a favor de ofrecer otro o de profundizar en alguno más como, por ejemplo, el clima del aula y hacer que Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje fuera una asignatura obligatoria.

## **2.2 Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje**

Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje es una asignatura optativa del segundo cuatrimestre que se dividió en dos partes: una primera en que se introdujeron los conceptos de sociedad de la información y sociedad del conocimiento con algunas estrategias metodológicas innovadoras y una segunda en que estudiamos una serie de recursos que considero de gran utilidad para su aplicación en las aulas, teniendo además en

cuenta la creciente demanda de nuevos modelos de aprendizaje que lleva experimentándose en los últimos años para que la educación pueda adaptarse a las exigencias de la sociedad actual (Olivar y Daza, 2007). El problema al respecto es que al ser una asignatura del segundo cuatrimestre la explicación de dichos recursos se ve interrumpida por los Practicum II y III, siendo que algunos de los que me parecieron más útiles los vimos tras la estancia en los centros, de manera que no tuvimos posibilidad, por tanto, de aplicarlos en los mismos por desconocimiento. Por ello, considero que debería ser una asignatura del primer cuatrimestre y obligatoria, ya que encaja con el perfil más generalista que se le otorga a este periodo del Máster y nos permitiría a todos los alumnos contar con un mayor bagaje de recursos innovadores a la hora de elaborar y aplicar nuestras propuestas didácticas en los centros.

En cuanto a los recursos en sí algunos ejemplos se exponen a continuación:

1. **Power Point:** herramienta para realizar presentaciones por excelencia que permite que los alumnos adquieran la información por un medio visual además de auditivo, mejorando así su aprendizaje (Carranza y Celaya, 2003). En la asignatura nos enseñaron, sobre todo, pautas para elaborar un mejor Power Point que después apliqué durante mi estancia en el centro.
2. **CmapTools:** elaborada por Cañas et. al (2004), sirve para construir mapas conceptuales, es decir, construcciones visuales en que los conceptos, englobados en cuadrados, son conectados entre sí mediante nexos o conectores siguiendo un orden jerárquico. No llegué a aplicarla en el centro, pero podría haber realizado con ella una actividad de repaso en que los propios alumnos construyesen su propio mapa conceptual en base a los contenidos vistos en clase.
3. **WebQuest:** actividad online en que el alumno asume un determinado rol, que normalmente es el de investigador, y debe cumplir una tarea siguiendo los pasos y recursos web ofrecidos por el profesor en la propia WebQuest. Esta es sin duda una de las herramientas a las que más potencial le vi de todas las enseñadas en la asignatura por la facilidad de su creación, la posibilidad de poder realizarse para todas las asignaturas de Secundaria y por abogar por un modelo de enseñanza constructivista (Adell, 2006). Además, nos mostraron que puede combinarse con Kubbu, un recurso web con el que pueden crearse juegos como crucigramas y dominós para que los alumnos se autoevalúen.

A pesar de todo, existe un aspecto a criticar sobre la enseñanza de los recursos y es que muchos de ellos no se llegaron a explicar o fueron poco explicados, teniendo que inspeccionar cada uno de nosotros las diversas herramientas por nuestra cuenta durante las horas de prácticas de la asignatura. Dado que el Máster pueden realizarlo personas de cualquier edad considero que una mayor ayuda previa es necesaria para que todos los alumnos podamos trabajar con los recursos al mismo nivel, incluidos los menos familiarizados con las TIC. En este sentido, una posible propuesta de mejora es que, en lugar de explicar las herramientas mediante pantallazos puestos en un Power para indicarnos dónde debemos hacer clic durante las horas de teoría (en los casos en que se enseñaban los recursos), podría ser más productivo acudir directamente a las salas de informática de la Facultad de Educación en dichas sesiones para trabajar todos a la vez con un ejemplo, siendo guiados por el profesor correspondiente.

### 3. PROPUESTA DIDÁCTICA

---

En este apartado se presenta la propuesta didáctica de nombre *Método del caso: Ramón y la esclerosis múltiple. Aprendizaje del sistema nervioso en equipo* que da título al presente TFM. Fue elaborada y puesta en práctica durante los Practicum II y III y se encuentra dirigida a alumnos de 3º de la ESO de la asignatura de Biología y Geología con objeto de favorecer su aprendizaje del sistema nervioso en un reducido número de sesiones y siguiendo una metodología que unifica el método tradicional de las clases magistrales con actividades de carácter más innovador.

#### 3.1 Evaluación inicial

La evaluación inicial supone la primera aproximación que puede tener un docente sobre los conocimientos que poseen los alumnos de un determinado contenido para así dirigir las sesiones y las actividades programadas en base a los mismos, favoreciendo de esta manera el aprendizaje del alumnado.

Para la presente propuesta didáctica se propone que la evaluación inicial sea realizada con la rutina de pensamiento 3-2-1 puente, de la que se dispone de una plantilla en el apartado X. *Anexos*<sup>4</sup>. Esta rutina es de carácter evaluable, pero no calificable, dado que se basa en que los alumnos escriban de forma individual y rellenen la citada plantilla con 3 ideas, 2 preguntas y 1 comparación o metáfora que se les ocurran sobre un tema de interés antes de que haya sido explicado en las clases (respuestas iniciales) para, posteriormente, ser recogidas las producciones por el docente. Una vez vistos los contenidos pertinentes a dicho tema, la plantilla se les devuelve a los alumnos para que vuelvan a redactar 3 ideas, 2 preguntas y 1 comparación o metáfora (respuestas finales), estableciéndose de esta manera un puente entre sus conocimientos previos y posteriores para que así sean conscientes de su aprendizaje (Chacón Ardila, 2016).

Como se ha indicado, en el caso de la propuesta didáctica defendida esta rutina de pensamiento queda relegada a instrumento de evaluación inicial, redactando los alumnos sólo las respuestas iniciales, es decir, 3 ideas, 2 preguntas y 1 metáfora sobre un determinado tema que *a priori* desconocen con objeto de adecuar las explicaciones posteriores a su nivel de conocimiento, así como de detectar las principales ideas alternativas de los alumnos de 3º de la ESO sobre el sistema nervioso (ver apartado 3.2 *¿Qué saben nuestros alumnos inicialmente?* y la Tabla 1 para más información). En cualquier caso, también existe la posibilidad de que en caso de disponer del tiempo suficiente o de que el docente lo estime oportuno la rutina de pensamiento sea completada por los alumnos con sus respuestas finales tras verse los contenidos pertinentes en las aulas. De esta forma se podrá fomentar una evaluación formativa en la que los propios alumnos sean conscientes de sus errores y aciertos.

---

<sup>4</sup> Realizar la evaluación inicial con la rutina de pensamiento 3-2-1 puente fue una acción innovadora en el centro, dado que es una rutina que nunca habían realizado los alumnos de 3º de la ESO a los que se les impartió clase.



### 3.2 ¿Qué saben nuestros alumnos inicialmente?

La rutina de pensamiento 3-2-1 puente se puso en práctica en el centro tras haber realizado una pequeña introducción a la función de relación, pero sin haber impartido ningún contenido relativo al sistema nervioso. Los alumnos demostraron tener ideas más o menos correctas desde el punto de vista científico sobre este sistema (aunque la mayoría de ellas pertenecientes a niveles curriculares inferiores a 3º de la ESO, como es de esperar), si bien también se detectaron algunas ideas alternativas como las que se exponen a continuación:

1. Los huesos y músculos forman parte del sistema nervioso.
2. Confusión entre los términos médula espinal, médula ósea y espina dorsal:
  - La médula ósea forma parte del sistema nervioso.
  - La espina dorsal forma parte del sistema nervioso.
3. Las respuestas que elabora el sistema nervioso se llaman actos reflejos.
4. El sistema nervioso actúa rápidamente y el endocrino lentamente.

Entre ellas cabe destacar la segunda idea alternativa, ya que pone de manifiesto la importancia de utilizar un correcto lenguaje en las aulas. En caso contrario, el lenguaje puede convertirse en un verdadero obstáculo de aprendizaje para el alumnado, tal y como señalan Gómez-Moliné y Sanmartí (2000). Por su parte, la cuarta idea alternativa no es tanto una idea alternativa, sino un error conceptual, presente incluso en los libros de texto. Lo correcto sería señalar que el sistema nervioso es más rápido que el sistema endocrino, lo que no implica que el sistema endocrino sea necesariamente lento, teniendo además en cuenta que los términos en que se abordan estos conceptos son cualitativos y no cuantitativos.

En la experiencia personal en el centro se tuvieron en cuenta dichas ideas alternativas a la hora de abordar el estudio del sistema nervioso, si bien no se invirtió el tiempo suficiente sobre las mismas para reestructurarlas. No obstante, su detección en esta y otras propuestas la considero de extrema utilidad para poder abordar con mayor éxito los contenidos, si no en la primera toma de contacto con las aulas sí en la segunda, preparando con mayor detenimiento actividades enfocadas a trabajar sobre dichas ideas.

Por su parte, algunas de las preguntas y comparaciones más interesantes redactadas por los alumnos fueron las expuestas a continuación:

- Preguntas:
  - ¿Cuántos nervios tenemos?
  - ¿De qué están hechos los nervios?
  - ¿Por qué hay personas que reaccionan de forma más lenta que otras?
  - ¿Por qué nos ponemos nerviosos?
  - ¿Cómo llega la información al cerebro?
  - ¿Cómo pasa la información de nervio a nervio?
- Comparaciones:
  - El sistema nervioso es como una red eléctrica.
  - El sistema nervioso es como Internet (por la información y sus redes).
  - El sistema nervioso es como el gatillo de un arma.

- El sistema nervioso es como el jefe de una empresa, dirigiéndola y coordinándola.
- El sistema nervioso es como el director que dirige la orquesta, que es nuestro organismo.
- El sistema nervioso es como un montón de cables, pero con un bien común.

La primera pregunta (*¿Cuántos nervios tenemos?*) no se incluyó durante las explicaciones por considerarla una mayor carga lectiva no dirigida a comprender en sí misma el funcionamiento del sistema nervioso, es decir, uno de los dos criterios de evaluación en que se basan las sesiones de la presente propuesta didáctica (*Crit.BG.4.18. Explicar la misión integradora del sistema nervioso ante diferentes estímulos, describir su funcionamiento*). Sin embargo, el resto de cuestiones sí quedaron contestadas a lo largo de las clases.

### 3.3 Objetivos

De acorde a 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<sup>5</sup>, **el principal objetivo de la Biología y Geología de 3º de la ESO es:**

El principal objetivo es que el alumnado adquiera las capacidades y competencias que les permitan cuidar su cuerpo tanto a un nivel físico como mental, así como valorar y tener una actuación crítica ante la información y ante actitudes sociales que puedan repercutir negativamente en su desarrollo físico, social y psicológico. Asimismo, deben aprender a ser responsables de sus decisiones diarias y las consecuencias que las mismas tienen en su salud y en el entorno que les rodea, y a comprender el valor que la investigación tiene en los avances médicos y en el impacto de la calidad de vida de las personas.

Para su consecución, especialmente, en cuanto a la comprensión del valor que tiene la investigación en avances médicos y en la calidad de vida de las personas se refiere, con la propuesta didáctica se seleccionan **cuatro de los diez objetivos de etapa de la ESO en Biología y Geología** que aparecen en la misma Orden, a saber<sup>6</sup>:

Obj.BG.1. Reconocer y valorar las aportaciones de la ciencia para la mejora de las condiciones de existencia de los seres humanos y apreciar la importancia de la formación científica.

Obj.BG.3. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar a otros, argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.

Obj.BG.5. Adoptar actitudes críticas, fundamentadas en el conocimiento científico para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas, contribuyendo así a la asunción para la vida cotidiana de valores y actitudes propias de la ciencia (rigor, precisión, objetividad, reflexión lógica, etc.) y del trabajo en equipo (cooperación, responsabilidad, respeto, tolerancia, etc.).

<sup>5</sup> La Orden ECD/489/2016 fue publicada en el Boletín Oficial de Aragón (BOA) de 2 de junio de 2016 y desarrollada a partir de la actual Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE).

<sup>6</sup> Los objetivos de etapa Obj.BG.1 y Obj.BG.8 se trabajan fundamentalmente durante las explicaciones teóricas, mientras que los objetivos de etapa Obj.BG.3 y Obj.BG.5 se aplican, sobre todo, en la resolución de las actividades planteadas (ver apartado 4.5 *Metodología* para más información sobre la teoría y las actividades).

Obj.BG.8. Entender el conocimiento científico como algo integrado, en continua progresión, y que se compartimenta en distintas disciplinas para profundizar en los diferentes aspectos de la realidad, reconociendo el carácter tentativo y creativo de la Biología y la Geología y sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, así como apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones y avances científicos que han marcado la evolución social, económica y cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.

Por su parte, dado que con la presente propuesta didáctica se pretende favorecer el aprendizaje del alumnado de 3º de la ESO del sistema nervioso es preciso comprobar si la propuesta cumple con dicho cometido o no. Para ello, se establecen además **una serie de objetivos propios más específicos** en los que se basa la propuesta didáctica:

- I. Identificar algunas de las principales ideas alternativas que tienen los alumnos de 3º de la ESO en relación con el sistema nervioso.
- II. Comprobar si el trabajo de clase de tomar apuntes es un hábito de estudio instaurado en los alumnos de 3º de la ESO.
- III. Valorar la capacidad del alumnado de 3º de la ESO de relacionar e integrar conceptos impartidos de forma secuencial.

El motivo concreto por haberse escogido dichos objetivos propios es por considerar tanto la toma de apuntes como la integración de conceptos la práctica básica para el aprendizaje y la proyección de nuevos conocimientos en base a la propia experiencia vivida como alumno. En especial, con la toma de apuntes se pretende que los alumnos personalicen y almacenen la información ofrecida (Guasch y Castelló, 2002), mientras que con la relación de conceptos se busca que, partiendo del símil entre el conocimiento científico y un iceberg que realizan Sanmartí, Izquierdo y García (1999), los estudiantes sean capaces de introducirse en la porción sumergida del iceberg y no se limiten a establecer como conocimiento la emergida. Por su parte, la identificación de ideas alternativas se estableció también como un objetivo a cumplir por existir escasa bibliografía al respecto (Cañal, 2011) y para poder facilitar así futuros enfoques en los que se deba volver a abordar los contenidos trabajados en la presente propuesta didáctica (ver apartado 4.3 *Contenidos y temporalización de las sesiones* para más información).

Finalmente, los instrumentos con los que se valora la consecución de los objetivos específicos planteados son los expuestos en la Tabla 1 (más información en el apartado 4.5 *Metodología*).

**Tabla 1.** Objetivos propios planteados e instrumentos utilizados para su consecución

OBJETIVOS	INSTRUMENTOS
I. Identificar ideas alternativas.	Plantilla del 3-2-1 puente (respuestas iniciales).
II. Estudiar la toma de apuntes.	Apuntes de los alumnos (producción individual).
III. Valorar la integración de conceptos.	Hojas de respuestas del caso práctico (producción grupal).

### 3.4 Justificación

El estudio del sistema nervioso en las aulas de Secundaria resulta desde hace unos años uno de los más complicados de abordar por los docentes debido a que los contenidos relacionados abarcan conceptos abstractos y complejos, difíciles de comprender para los estudiantes siguiendo una metodología clásica de enseñanza (González Jara, 2012)<sup>7</sup>. En consecuencia es necesaria la aplicación de nuevas metodologías para abordar el estudio del sistema nervioso que se adapte a las nuevas necesidades que la sociedad actual requiere de la enseñanza en los centros (Dorado Murillo, 2011), facilitando así la comprensión de los alumnos sobre el mismo.

Actualmente la investigación didáctica sobre la enseñanza del sistema nervioso se encuentra relativamente poco desarrollada (Cañal, 2011), si bien existen algunos trabajos de innovación destinados tanto a desarrollar toda una unidad didáctica enfocada en el estudio del sistema nervioso mediante, por ejemplo, un CD multimedia (González Jara, 2012), como una contextualización de una parte del sistema nervioso, concretamente en el estudio de las neuronas y sinapsis a partir de los efectos de las drogas (Badia, 2011), o como complemento a su aprendizaje mediante la elaboración de maquetas al finalizar las sesiones pertinentes a su estudio (Sardà y Márquez, 2008).

En comparación con estas otras propuestas destinadas también a favorecer el aprendizaje del sistema nervioso, la defendida en el presente TFM se basa en desarrollar por completo el estudio del sistema nervioso en Secundaria siguiendo una metodología más próxima al modelo tradicional de enseñanza que las anteriores pero con la ventaja de requerir menos tiempo a invertir en el aula y prestarse tanto a una evaluación control como más formativa según el enfoque dado por cada docente. Además, esta posición intermedia entre una metodología más innovadora y más tradicional de la propuesta didáctica se ha desarrollado por considerarse desde un punto de vista personal que, dada la evaluación actual de la enseñanza en los centros (culminada con un examen como instrumento de evaluación), para un verdadero cambio en la enseñanza de Secundaria es necesaria la implantación de metodologías menos innovadoras y más próximas a la postura educativa actual en una primera instancia para que profesores y alumnos puedan ir acostumbrándose a un modelo de enseñanza-aprendizaje más innovador de forma progresiva.

En particular, la actividad innovadora englobada en la propuesta didáctica se trata de un caso práctico sobre el sistema nervioso y, concretamente, sobre la esclerosis múltiple, que debe realizarse en las aulas una vez que los alumnos cuentan con la base teórica pertinente para su resolución (ver apartado 4.3 *Contenidos y temporalización de las sesiones* para más información). La elección de un caso práctico se debe precisamente a que se trata de una actividad constructivista que se sitúa en esa perspectiva dual entre un aprendizaje más teórico y más práctico buscado con la propuesta didáctica elaborada, ya que sitúa al estudiante en un contexto, lo que permite establecer una conexión entre el aprendizaje en las aulas y el mundo real, pudiendo así favorecer el aprendizaje del sistema nervioso de los alumnos de 3º de la ESO (Alvarado, Rivas y Ochoa, 2012; Badia, 2011; Wassermann, 1999). Además, entre las posibles opciones con las que puede iniciarse un caso práctico (visualización de una película, una noticia periodística, etc.) se propone su comienzo por medio de dos imágenes relacionadas y la lectura de un texto asociado a las mismas (ver apartado 4.5 *Metodología* para más información al respecto y la acción concreta llevada a las aulas).

---

<sup>7</sup> Ver apartado 4.1 *Contexto y participantes* para más información.

## 4. ACTIVIDADES

---

En el presente apartado se desglosa la manera concreta en que se propone aplicar la propuesta didáctica presentada en el apartado anterior en las aulas de 3º de la ESO.

### 4.1 Contexto y participantes

Como se ha indicado en el apartado *1. Introducción*, el centro en que se puso en práctica la propuesta didáctica fue en el colegio Compañía de María de Zaragoza y, en concreto, a dos grupos de alumnos de 3º de la ESO (3ºA y 3ºC) que cumplieran con la ratio del número de alumnos por clase ordinaria señalada, es decir, en torno a 30 (27 alumnos en 3ºA y 25 en 3ºC) y en su mayoría procedentes de familias con una situación económica y social media y media-alta.

Actualmente, tal y como se encuentra estructurado el sistema educativo español, en el nivel de 3º de la ESO los alumnos poseen una edad de entre 14 y 15 años que, según Piaget, se corresponde con un periodo en el que ya existe consolidación del pensamiento operatorio concreto o lógico-matemático y comienza el pensamiento operatorio formal o que implica procesos de mayor abstracción (Mounoud, 2001). Junto a la adquisición de estas operaciones formales se produce un desarrollo y consolidación del pensamiento hipotético-deductivo, es decir, aquel por el que se distingue lo real de lo posible y permite adquirir una naturaleza proposicional y combinatoria, esto es, trabajar con proposiciones abstractas y contemplar las distintas combinaciones que ellas y el mundo real les ofrecen a los individuos (Carretero, 1979).

Estas observaciones coinciden, tal y como se señalaba en el apartado *3.4 Justificación*, con la dificultad que los alumnos de 3º de la ESO experimentan a la hora de abordar el estudio del sistema nervioso, dado que aún no presentan un pensamiento formal tan desarrollado y, sin embargo, en este sistema se incluyen conceptos abstractos como la transmisión del impulso nervioso o el acto y el arco reflejo, que son claves para una adecuada asimilación de su conocimiento (González Jara, 2012). Por tanto, como solución, el estudio del sistema nervioso podría retrasarse a un nivel superior (4º de la ESO) por existir una mayor consolidación del pensamiento formal en dicho momento o, dado que esta acción podría presentar dificultades de organización curricular, promover la aplicación de nuevas metodologías en las aulas para su enseñanza y aprendizaje. Un ejemplo de esto último sería la incluida en la propuesta didáctica presentada en este TFM, tal y como se ha señalado en el apartado *3.4 Justificación*.

### 4.2 Objetivos

Los principales objetivos de las actividades desarrolladas durante la estancia en el centro son los mismos que los propios de la propuesta didáctica elaborada, presentes en el apartado *3.3 Objetivos*.

### 4.3 Contenidos y temporalización de las sesiones

Según aparece en la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo los contenidos mínimos de la asignatura de Biología y Geología de 3º de la ESO correspondientes a la función de relación y al sistema nervioso son los que siguen:

1. La función de relación. Sistema nervioso y sistema endocrino.
2. La coordinación y el sistema nervioso. Organización y función.

En base a dichos contenidos se proponen una serie de conceptos a trabajar en la propuesta didáctica sobre el sistema nervioso a los largo de tres sesiones y recogidos secuencialmente en la Tabla 2, que son los que se exponen a continuación:

1. **Introducción a la función de relación:** estímulo, respuesta, efectores, receptores y centros de coordinación sin entrar en detalle (nociones básicas del sistema nervioso, sistema endocrino y sistema neuroendocrino para distinguirlos entre sí).
2. **Sistema nervioso:** sistema nervioso central (encéfalo, cerebro, cerebelo, bulbo raquídeo, médula espinal), meninges, sistema nervioso periférico (nervios), arco reflejo, sistema nervioso somático, sistema nervioso autónomo, sistema nervioso simpático, sistema nervioso parasimpático, neuronas, células gliales (células de Schwann), vainas de mielina, nódulos de Ranvier, impulso eléctrico, conducción saltatoria y sinapsis.

**Tabla 2.** Organización de las sesiones en el aula

PRIMERA SESIÓN	SEGUNDA SESIÓN	TERCERA SESIÓN
<b>Presentación de la forma de trabajar en las clases (materiales)</b> Power Point, apuntes individuales, caso práctico, hoja de respuestas por grupo, 3-2-1 puente y rúbricas.	<b>Feedback de apuntes</b> Instrucciones para tomar mejores apuntes (en caso de ser necesarios tras la revisión de los mismos después de la primera sesión).	<b>Sistema nervioso (II)</b> Neuronas, células gliales y sinapsis.
<b>Presentación de la evaluación</b> Actitud y trabajo individual y actitud y trabajo en grupo.	<b>Sistema nervioso (I)</b> División estructural del sistema nervioso, protecciones del sistema nervioso central, nervios, arco reflejo y división funcional del sistema nervioso.	<b>Caso práctico (III)</b> Resolución de las actividades 2 y 3 con posibilidad de revisar la actividad 4.
<b>Introducción al Tema</b> Función de relación, receptores, efectores y centros de coordinación.	<b>Caso práctico (II)</b> Resolución de la actividad 4.	<b>Rúbrica</b> Autoevaluación y coevaluación.
<b>3-2-1 puente</b> Respuestas iniciales.		
<b>Caso práctico (I)</b> Lectura del caso y resolución de la actividad 1.		

En particular, en la Tabla 2 queda recogida la estructura de las sesiones en que se puso en práctica la propuesta didáctica ofrecida sobre el sistema nervioso en el colegio Compañía de María para ambos grupos participantes (3ºA y 3ºC). No obstante, dicha temporalización se presta a verse ampliada o modificada con, por ejemplo, la redacción de las respuestas finales de la rutina de pensamiento 3-2-1 puente en la tercera sesión en caso de disponer del tiempo suficiente o incluso de realizarla en lugar de la rúbrica de autoevaluación y coevaluación de los alumnos en caso de que el docente no sea partidario de este tipo de estrategias de evaluación. Incluso en la segunda sesión puede verse suprimido el *feedback* de apuntes si ha sido realizado previamente en otro momento del curso académico, iniciándose así esta segunda sesión con Sistema nervioso (I), continuándose con Caso práctico (I) y finalizando con Caso práctico (II), con objeto disponer así de un mayor tiempo en la primera sesión.

#### 4.4 Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje e indicadores de logro

La evaluación de las actividades realizadas durante la estancia en los centros se encuentra desarrollada en el apartado 5. *Evaluación continua*, así como en las rúbricas y Tablas S1 y S2 (X. *Anexos*), en que aparecen los puntos relativos al presente apartado.

#### 4.5 Metodología

Para conseguir alcanzar los objetivos perseguidos con la propuesta didáctica elaborada, especialmente en cuanto a facilitar el aprendizaje del sistema nervioso a los alumnos de 3º de la ESO, así como los objetivos propios expuestos en el apartado 3.3 *Objetivos*, se proponen una serie de acciones y recursos mediante los que desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje del sistema nervioso a lo largo de las tres sesiones propuestas en el apartado 4.3 *Contenidos y temporalización de las sesiones*.

En primer lugar, al comienzo de cada sesión es importante escribir en la pizarra los puntos clave que van a tratarse en la misma y dejarlos expuestos a lo largo de su desarrollo para que así los alumnos puedan seguir la clase con mayor facilidad.

Posteriormente, tal y como se expone en el apartado 3.1 *Evaluación inicial*, es necesaria la realización de una evaluación inicial para orientar las sesiones en base a los conocimientos de los alumnos, proponiéndose en este caso el uso de una plantilla de la rutina de pensamiento 3-2-1 puente (respuestas iniciales) para su ejecución (presente en el apartado X. *Anexos*). Además, con esta rutina pueden detectarse las principales ideas alternativas de los alumnos, cumpliendo así con el primer objetivo propio de la propuesta didáctica (*I. Identificar algunas de las principales ideas alternativas que tienen los alumnos de 3º de la ESO en relación con el sistema nervioso*).

A continuación, se procede al desarrollo habitual de las sesiones, basado en una primera parte de explicaciones teóricas y una segunda de actividades relacionadas con la misma, es decir, el esquema básico de actuación de las clases magistrales, pero utilizando herramientas y recursos innovadores.

**1) Explicaciones teóricas:** se propone alejarse del libro de texto y realizar un Power Point en su lugar. De esta manera se consigue otorgarle a las clases un valor más personalizado por

basarse las mismas en la propia estructura que el docente considere mejor para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos, en primer lugar, y porque el uso de un Power Point, siempre y cuando sea lo más esquemático y visual posible, permite un mayor aprendizaje de los alumnos al recibir éstos la información no sólo vía auditiva, sino también visual (Carranza y Celaya, 2003). Además, durante las explicaciones se pretende que los alumnos tomen apuntes (producción individual) que serán entregados al finalizar cada sesión al profesor para, en primer lugar, que el docente realice posteriormente una revisión y valoración de los mismos, cumpliendo así con el segundo objetivo propio de la propuesta didáctica (*II. Estudiar si el trabajo de clase de tomar apuntes es un hábito de estudio instaurado en los alumnos de 3º de la ESO*) y, en segundo lugar, porque, atendiendo al cono de la experiencia de Edgar Dale, si los alumnos escriben, además de escuchar y ver, su aprendizaje será más completo (Domingo Peña, Durán Moyano y Martínez García, 2016).

Por otra parte, para establecer una mayor interacción con el alumnado se aconsejan a su vez dos acciones:

1. **Preguntas:** el planteamiento de preguntas por parte del docente a los discentes, así como la resolución de dudas que puedan tener los diferentes alumnos conforme avance la explicación se considera una actividad fundamental para incentivar la atención y participación de los alumnos en clase y que así mejore su aprendizaje. De hecho, en caso de que el ritmo de avance en las explicaciones sea el adecuado pueden proponerse actividades concretas a los alumnos para que sean resueltas de forma oral entre toda la clase. En este sentido, por la propia experiencia personal se piensa que los enunciados de verdadero o falso pueden ser muy interesantes para comprobar si el discurso elaborado durante la teoría está siendo el adecuado a la hora de mantener la atención de los alumnos, dado que éstos deben contestar razonadamente en función de las explicaciones que se están dando en ese momento en clase. Así, por ejemplo, durante la "Introducción al tema" (ver Tabla 2) posibles enunciados de verdadero o falso a razonar que se les podrían proponer a los alumnos son los que siguen:
  - a. Los órganos de los sentidos siempre son receptores externos.
  - b. El aparato locomotor es el único en ejecutar las respuestas de los centros de coordinación (efector).
  - c. El sistema endocrino siempre depende del sistema nervioso.
  - d. Las respuestas del sistema neuroendocrino las lleva a cabo el sistema endocrino.
2. **Feedback:** establecer un *feedback* oral con los alumnos para que mejoren sus producciones siempre que sea posible se considera muy enriquecedor para establecer una mayor evaluación formativa y así fomentar una mayor personalización del aprendizaje de los alumnos, tal y como señalan Guasch y Castelló (2002). Por este motivo esta acción se incluye al inicio de la segunda sesión en la Tabla 2 y se aconseja su realización en caso de que el docente lo estime oportuno.

**2) Actividades:** para la realización de actividades relacionadas con la teoría se propone como actividad innovadora la elaboración de un caso práctico relacionado con el sistema nervioso y, concretamente, sobre la esclerosis múltiple, por ser una actividad que permite establecer una conexión entre la teoría y la vida cotidiana, tal y como se señala en el apartado 3.4 *Justificación*. El caso práctico ofrecido, presente en el apartado X. *Anexos*, cuenta con dos imágenes sobre la esclerosis múltiple relacionadas entre sí y con el caso, un texto en que se



narra la historia de un paciente con dicha enfermedad<sup>8</sup> y, finalmente, cuatro preguntas de carácter mediador relacionadas con el caso para contextualizarlas y con la teoría vista previamente para responderlas<sup>9</sup>. Este tipo de preguntas se caracterizan por ser, en principio, más favorecedoras para el aprendizaje del alumnado, dado que son **focalizadoras**, es decir, que centran la atención del alumno en una disciplina o parte de la misma concreta, favoreciendo así el contexto; son **dinámicas**, es decir, plantean la interacción de más de una realidad lo que favorece el carácter abierto de la pregunta; contemplan la **integración multiescalar**, esto es, la conexión de ideas en base al marco teórico de referencia (Bargalló y Tort, 2009; Márquez, Roca, Gómez, Sardá y Pujol, 2004).

En particular, las cuatro preguntas que se ofrecen en el caso práctico planteado son las siguientes:

1. ¿Qué creéis que representan las dos imágenes que aparecen al principio del presente caso práctico?
2. La mañana en que Ramón empezó a experimentar los síntomas de la esclerosis múltiple estaba nervioso. ¿Por qué? ¿Qué ocurre cuando estamos nerviosos? ¿Podemos controlarlo?
3. Durante su exposición a Ramón se le nubló la visión. Razonad por qué en base a lo que sabéis de la enfermedad y los nervios. ¿Qué tipo de nervio estaba afectado? Clasificadlo estructuralmente y funcionalmente y explicad el por qué de vuestra elección.
4. Imaginad que Ramón en lugar de tener esclerosis múltiple experimenta un fuerte accidente de coche en el que varias vértebras torácicas y la médula espinal resultan dañadas, quedándose parapléjico. Si toca una aguja ¿seguirá apartando la mano rápidamente? ¿Y una persona tetrapléjica?

A su vez, dada la mayor complejidad y nivel de profundización de las preguntas mediadoras y que, atendiendo al tercer objetivo propio de la propuesta didáctica defendida (*III. Valorar la capacidad del alumnado de 3º de la ESO de relacionar e integrar conceptos impartidos de forma secuencial*), lo que se pretende con las mismas es que los alumnos trabajen la relación de conceptos, se propone que para su resolución los alumnos cuenten con sus apuntes (tanto los de la misma sesión como los de sesiones previas revisados por el docente) y se distribuyan por grupos cooperativos de 3-4 alumnos<sup>10</sup>. De esta manera, al final de cada sesión cada grupo debe entregarle una hoja al profesor con las respuestas consensuadas y en las que se reflejen la resolución de las cuestiones planteadas (producción grupal) para su posterior valoración por el docente.

Para finalizar, cabe destacar que la elección de grupos cooperativos se debe a que se trata de una estrategia metodológica que permite mejorar el aprendizaje de cada alumno y el de sus compañeros de grupo (Dorado Murillo, 2011), así como por ser una estrategia mediante la que puede atenderse de manera general a la diversidad que puede encontrarse en

---

<sup>8</sup> Para su elaboración se tomó como inspiración la película *100 metros* (2016), que narra la historia real de Ramón Arroyo, un paciente con esclerosis múltiple.

<sup>9</sup> A excepción de la primera (*¿Qué creéis que representan las dos imágenes que aparecen al principio del presente caso práctico?*), con la que se buscan trabajar imágenes de función cognitiva y, concretamente, descriptivas con los alumnos, según la clasificación dada por Gil Quílez y Martínez Peña (2005).

<sup>10</sup> Durante mi estancia en el centro los grupos cooperativos no los formé yo, sino que se trabajó con los ya establecidos, habiendo una mayor diversidad de número de alumnos por grupo en 3ºC y grupos de sólo 2 alumnos en algunos casos. Además, los roles de los alumnos eran libres, es decir, carecían de roles definidos.

las aulas de Secundaria, tal y como se ha expuesto previamente en el apartado 2.1 *Procesos de enseñanza-aprendizaje*.

#### 4.5.1 Materiales y recursos didácticos

Los materiales y recursos que se utilizan para el desarrollo de la propuesta didáctica expuesta sobre el sistema nervioso son los que siguen :

- **Power Point:** herramienta con la que se elaboran diapositivas para ser utilizadas durante las explicaciones teóricas como hilo conductor de las mismas. Durante los Practicum II y III para su elaboración y adaptación al nivel de 3º de la ESO se consultaron los contenidos mínimos presentes en la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo y en la lectura del Tema 5: La coordinación de nuestro organismo del libro de texto de Biología y Geología de 3º de la ESO de la editorial SM<sup>11</sup>, del Tema 6: Interaction and co-ordination del libro de texto *Science Biology and Geology* 3 ESO de la editorial Santillana y del Tema 5: Relación y coordinación del Proyecto Biosfera del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD). Además, las imágenes contenidas en el mismo se extrajeron o generaron por medio de varios recursos web:
  - a. **Banco de imágenes de Power Point.**
    - i. (<http://www.servier.com/Powerpoint-image-bank>)
  - b. **Proyecto Biosfera:** proyecto del MECD que consta de diversas unidades multimedia interactivas para la enseñanza de Biología y Geología durante la Secundaria.
    - i. (<http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/>)
  - c. **Biodigital human:** aplicación de Google que permite la visualización, rotación y selección de diversos sistemas anatómicos, entre otras funciones.
    - i. (<https://www.biodigital.com/>)
- **Caso práctico:** actividad innovadora estructurada en dos imágenes relacionadas sobre la esclerosis múltiple, un texto de la historia de un paciente con dicha enfermedad y cuatro preguntas de carácter eminentemente mediador, tal y como se ha indicado con anterioridad.
- **Otros (instrumentos de evaluación<sup>12</sup>):**
  - **Plantilla de la rutina de pensamiento 3-2-1 puente:** empleada en la presente propuesta como instrumento de evaluación inicial y para detectar las principales ideas alternativas de los alumnos (ver apartados 3.1 *Evaluación inicial* y 3.2 *¿Qué saben nuestros alumnos inicialmente?*).
  - **Rúbricas de evaluación, autoevaluación y coevaluación:** utilizadas para valorar las producciones individuales y grupales de los alumnos, así como su actitud tanto durante las clases como trabajando el caso práctico por grupos cooperativos (ver apartados 5. *Evaluación continua* y X. *Anexos*).

---

<sup>11</sup> Libro de texto utilizado en el centro.

<sup>12</sup> Ver Tabla 4 para más información.

## 5. EVALUACIÓN

---

Para establecerla primero se consultó la actual Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, encontrándose que en la Biología y Geología de 3º de ESO sólo aparece un criterio de evaluación relacionado directamente con el sistema nervioso, concretado en un único estándar de aprendizaje, que se amplió con estándares de aprendizaje propios, así como estableciendo otro criterio de evaluación propio (Tabla 3). Teniendo en cuenta dicha información se elaboraron los procedimientos e instrumentos de evaluación para poder evaluar la propuesta didáctica (Tabla 4). En particular, se valoran tanto el trabajo en clase desarrollado por los alumnos como su actitud y comportamiento individuales y en equipo a lo largo de las tres sesiones propuestas (Tabla 2) en base a dos rúbricas construidas posteriormente: una rúbrica de evaluación del profesor y una rúbrica de autoevaluación y coevaluación de los alumnos (presentes en el apartado X. *Anexos*). En dichas rúbricas se desarrollaron los estándares de aprendizaje propios con los que valorar las producciones de los alumnos, desglosados a su vez en una serie de indicadores de logro en el caso de la rúbrica del profesor para facilitar las correcciones de las mismas (Tablas S1 y S2).

Por todo ello, puede establecerse que la evaluación de la propuesta didáctica propuesta en este TFM, de acorde a la clasificación de los tipos de evaluación vista en la asignatura de Procesos de enseñanza-aprendizaje, se trata de una **evaluación sumativa**, ya que está construida en base a diferentes criterios de calificación para obtener una nota final (ver apartado 6. *Criterios de calificación para más información*; **criterial**, esto es elaborada a partir de criterios generales y no personalizada para cada alumno; **continua**, puesto que se encuentra realizada a lo largo de las tres sesiones.

Por su parte, las distintas competencias clave (CC) presentadas en la Tabla 3 y tratadas a lo largo de las sesiones de la propuesta didáctica expuesta son:

- **Competencia en comunicación lingüística (CCL):** trabajada en las explicaciones teóricas con las preguntas formuladas y atendidas a los alumnos y sus respuestas, con la lectura del texto del caso práctico y con la redacción de apuntes y respuestas a los casos prácticos.
- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT):** trabajada a la hora de tomar apuntes durante las explicaciones teóricas y al resolver las distintas preguntas del caso práctico.
- **Competencia de aprender a aprender (CAA):** los alumnos debían ser capaces de organizar por sí mismos los contenidos impartidos con el Power Point al tomar apuntes para poder responder posteriormente a las preguntas planteadas en el caso práctico.
- **Competencia sociales y cívicas (CSC):** desarrollada durante el trabajo del caso práctico, tanto por tener que colaborar unos alumnos con otros en los grupos cooperativos como por tener que reflexionar las respuestas a partir de la historia de un paciente con esclerosis múltiple, con su respectiva importancia social.

Finalmente, cabe destacar que en caso de que en la clase en la que se lleve a cabo la propuesta existan uno o varios alumnos con necesidades educativas especiales (ACNEE) y, concretamente, alumnos hipoacúsicos<sup>13</sup> se pueden establecer una serie de **adaptaciones curriculares de acceso** para que así todos los alumnos puedan recibir una educación adecuada a sus características y necesidades y este tipo de deficiencias no suponga un obstáculo en su aprendizaje. Además, en función de cada alumno pueden incluirse desde ajustes poco significativos a muy significativos y desde modificaciones temporales a permanentes, pero en líneas generales pueden señalarse las siguientes medidas que se recomiendan adoptar con alumnos con deficiencia auditiva:

1. Formar al profesorado sobre aspectos referidos a la deficiencia auditiva, como el aprendizaje del lenguaje de signos o cómo llamar la atención de una persona sorda.
2. Utilizar el lenguaje de signos para poder comunicarse con ellos, así como resaltar la expresión corporal y la utilización de manos y gestos del profesorado y, a ser posible, de los propios compañeros de clase como apoyo a la comunicación durante el desarrollo de las sesiones, en general, y la resolución del caso práctico, en particular.
3. Situar a los alumnos en los lugares donde mejor puedan percibir a través de sus restos auditivos, lectura labial y acceso visual a la información, es decir, cerca del profesor y con una visión general de la clase.
4. Hacer hincapié en elaborar un Power Point para las explicaciones teóricas en el que las imágenes (fotos, dibujos, esquemas, etc.) sean abundantes y ayuden a la comprensión de los contenidos.
5. Distribuir la información de forma ordenada en la pizarra y anotar en la misma las palabras clave de cada sesión al comienzo de la misma. Esta medida puede no sólo favorecer el aprendizaje de los alumnos hipoacúsicos, sino la de todos los alumnos del aula, dado que se considera que permite una mayor atención y seguimiento de la clase por parte de los alumnos, así como por servirle al propio docente de hilo conductor de la clase.
6. Permitir que los alumnos hipoacúsicos se levanten del sitio y presenten sus dudas o contesten a las cuestiones planteadas por el profesor por medio del lenguaje de signos para que tanto el docente como sus compañeros puedan enterarse de sus preguntas o respuestas.

---

<sup>13</sup> Los alumnos hipoacúsicos son los seleccionados para ofrecer un ejemplo de adaptación curricular en este TFM por considerarse al centro en que realicé las prácticas referente para alumnos hipoacúsicos, como se encuentra señalado en el apartado 1. *Introducción*.

**Tabla 3.** Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje, contenidos mínimos y CC del currículo oficial y propios<sup>14</sup>

<b>Biología y Geología. Curso 3º de la ESO</b>		
<b>BLOQUE 4: Las personas y la salud. Promoción de la salud</b>		
<b>CRITERIOS/ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE</b>	<b>CONTENIDOS MÍNIMOS</b>	<b>CC</b>
Crit.BG.4.18. Explicar la misión integradora del sistema nervioso ante diferentes estímulos, describir su funcionamiento.	- La función de relación. Sistema nervioso y sistema endocrino. - La coordinación y el sistema nervioso. Organización y función.	CCL-CMCT-CAA-CSC
Est.BG.4.18.1. Identifica algunas enfermedades comunes del sistema nervioso, relacionándolas con sus causas, factores de riesgo y su prevención.		CMCT
(*)Est.BG.4.18.2. Interpreta imágenes relacionadas con alguna enfermedad del sistema nervioso y explica su significado.		CMCT-CAA
(*)Est.BG.4.18.3. Analiza la información presente en un texto en relación con los tipos de sistema nervioso que existen según su función.		CCL-CMCT-CAA
(*)Est.BG.4.18.4. Explica de forma multiescalar, es decir, relacionando la escala macroscópica con la escala microscópica, los síntomas experimentados por alguna enfermedad del sistema nervioso.		CMCT-CAA-CSC
(*)Est.BG.4.18.5. Comprende la estructura del arco reflejo y, por ende, es capaz de explicar cómo puede o no puede reaccionar el organismo ante determinados estímulos.		CMCT-CAA-CSC
(*)Crit.B.G.4.29. Adquirir la capacidad de tomar apuntes personalizados sobre el sistema nervioso.	- La función de relación. Sistema nervioso y sistema endocrino. - La coordinación y el sistema nervioso. Organización y función.	CCL-CMCT-CAA
(*)Est.BG.4.29.1 Identifica los principales componentes macroscópicos y microscópicos del sistema nervioso.		CCL-CMCT-CAA
(*)Est.BG.4.29.2 Relaciona el funcionamiento del sistema nervioso a escala celular y superiores con ejemplos de la vida cotidiana.		CCL-CMCT-CAA

<sup>14</sup> Los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de elaboración propia se encuentran marcados con (\*).

**Tabla 4.** Procedimientos e instrumentos de evaluación

PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
1. Pruebas específicas.	1.1. Plantilla de la rutina de pensamiento 3-2-1 puente sobre el sistema nervioso. Documento utilizado como evaluación inicial en que los alumnos escriben las respuestas iniciales que aparecen en el mismo con 3 ideas, 2 preguntas y 1 metáfora o comparación que se les ocurran sobre el sistema nervioso antes de su explicación en clase. Con esta plantilla se pretende valorar el nivel de conocimiento previo de los alumnos sobre dicho sistema.
2. Análisis de las producciones de los alumnos.	2.1. Apuntes del alumnado. Producción individual de cada alumno elaborada durante las explicaciones teóricas de las sesiones que es entregada al final de cada clase al profesor de Biología y Geología pertinente, bien en hojas sueltas o en un cuaderno. Permite comprobar la calidad y cantidad de información que los alumnos son capaces de extraer de una explicación oral y visual (por su apoyo en presentaciones Power Point) de los contenidos en base a una rúbrica de evaluación del profesor y una rúbrica de autoevaluación de los alumnos.
	2.2. Hoja de respuestas del caso práctico. Producción grupal de los alumnos en que se recoge la resolución consensuada a las preguntas del caso práctico trabajadas en cada sesión en grupos cooperativos. Se valoran los conocimientos adquiridos por los alumnos, su conexión de ideas y la forma en que transmiten la información en base a una rúbrica de evaluación del profesor y una rúbrica de autoevaluación y coevaluación de los alumnos.
3. Observación.	3.1. Notas de clase (individuales y grupales). Aportaciones de los alumnos al desarrollo de las clases concretadas en forma de positivos o sin ellos. Se valoran tanto las contribuciones individuales (participación, atención y respeto hacia los compañeros y el profesor) como las grupales (cooperación y trabajo en equipo) en base a una rúbrica de evaluación del profesor y una rúbrica de autoevaluación y coevaluación de los alumnos.

## 6. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

---

En el presente apartado se detallan en porcentaje los criterios de calificación para la evaluación de la puesta en práctica de la propuesta didáctica en Biología y Geología de 3º de la ESO en base a los procedimientos e instrumentos de evaluación presentados en la Tabla 4, a saber:

1. Evaluación de la teoría (individual):
  - Notas de clase individuales (10%).
  - Apuntes de cada alumno o producción grupal (30%).
2. Evaluación del caso práctico (grupal):
  - Notas de clase grupales (10%).
  - Hoja de respuestas del caso práctico o producción grupal (50%).

En consecuencia, la calificación de la evaluación individual o de la teoría supone un 40% de la nota final de cada alumno, mientras que la evaluación grupal o del caso práctico se corresponde con el 60% restante. Dicho de otro modo, el trabajo desarrollado por los alumnos contribuye en un 80% a la nota final de cada alumno, mientras que su actitud y comportamiento otorga el 20%. Esta medida se toma con objeto de premiar la participación de los alumnos en el aula y así incentivar un rol activo de los mismos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En concreto, la calificación de la evaluación individual se obtiene teniendo en cuenta la evaluación del profesor y la autoevaluación de cada alumno tanto de su actitud como de su producción individual, siendo un 50% de la nota de la evaluación de la teoría otorgada por el profesor y el otro 50% por el alumno en base a las rúbricas y la Tabla S1 presentes en X. *Anexos*. El motivo de otorgarles a los alumnos un elevado porcentaje sobre su nota de la evaluación de la teoría es la de fomentar una mayor responsabilidad y autocrítica sobre su propio aprendizaje.

Por su parte, la calificación del caso práctico se obtiene teniendo en cuenta la evaluación del profesor y la autoevaluación y coevaluación de los alumnos de un mismo grupo, utilizando las rúbricas y Tabla S2 presentes en X. *Anexos* y la fórmula del peso individual ajustado (PIA), vista en la asignatura de Procesos de enseñanza-aprendizaje y descrita por Goldfinch (1994). Esta fórmula permite compensar las calificaciones de los alumnos al trabajar en grupos en función de la contribución realizada por cada uno de ellos a su grupo<sup>15</sup> y es la que sigue a continuación:

$$\text{PIA} = \text{Puntuación individual/Media} - (0,5) \cdot (\text{Puntuación individual/Media} - 1)$$

donde la puntuación individual se obtiene sumando las calificaciones obtenidas por la autoevaluación y coevaluación de los alumnos, la media es la media de las puntuaciones individuales de todos los miembros del grupo y la calificación final se obtiene multiplicando el PIA obtenido para cada alumno del grupo por la nota dada por el profesor al grupo en su conjunto.

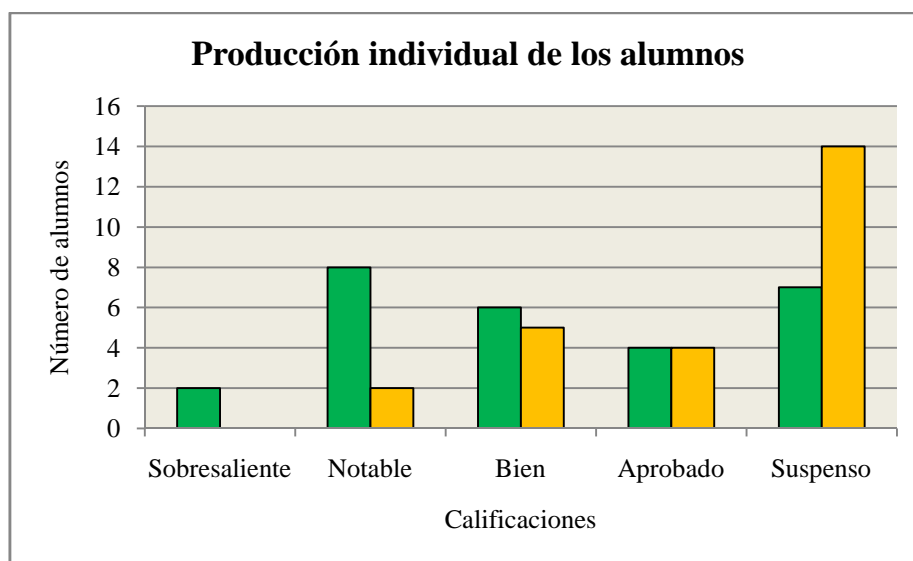
---

<sup>15</sup> Para más información y ejemplos sobre la fórmula del peso individual ajustado ver página 3 del pdf adjuntado en el siguiente enlace (copiar en navegador): <http://goo.gl/KoqM4G>

## 7. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTAS DE MEJORA

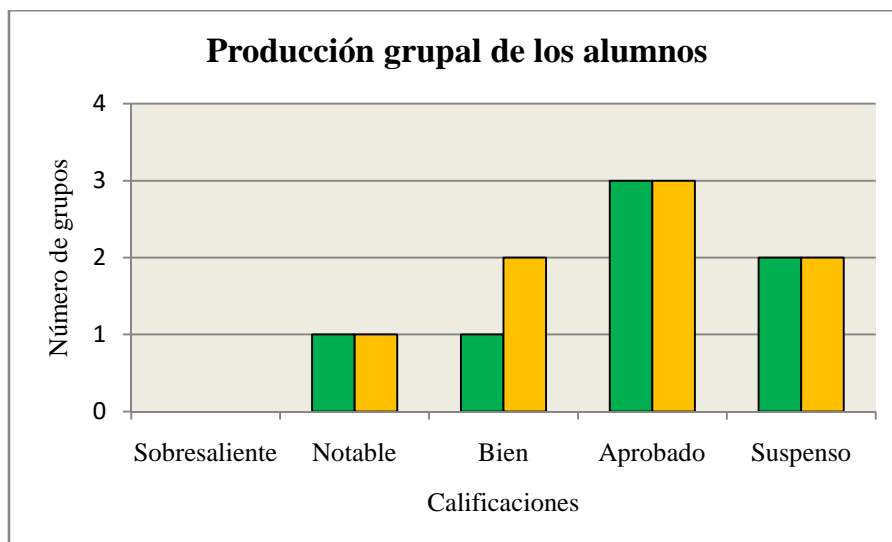
Al aplicar en el centro la propuesta didáctica ofrecida se esperaba que los alumnos tuviesen un aprendizaje sobre el sistema nervioso más favorecedor en el número de sesiones estipulado y que pusiesen a prueba su habilidad de relacionar conceptos impartidos de forma secuencial y su capacidad de autocrítica y crítica hacia los demás con la autoevaluación y coevaluación realizadas.

Durante las sesiones la propuesta didáctica cumplió su cometido, especialmente durante las explicaciones teóricas, en las que la participación del alumnado fue, en general, elevada, llegando incluso a generarse en alguna ocasión cadenas de preguntas interesantes. Un ejemplo de ello ocurrió en la segunda sesión con 3°C, en la que al explicar los nervios craneales y ofrecer el nervio óptico como ejemplo un alumno preguntó si una persona con el nervio óptico dañado podía quedarse ciega, lo que derivó en que otro plantease si todas las personas ciegas tienen el nervio óptico dañado y, finalmente, que una alumna cuestionase si el daltonismo se debía a una afección del nervio óptico o del propio ojo. Sin embargo, en relación con la autoevaluación y coevaluación los alumnos no fueron sinceros consigo mismos y, en general, se otorgaron unas calificaciones más elevadas con respecto a las que tenía de cada uno de ellos. Por ello, se tomó como medida que la parte individual de la evaluación, correspondiente con la actitud en clase durante las explicaciones teóricas y la toma de apuntes, estuviese dada en un 80% por mi evaluación y en un 20% por la de cada alumno y no en un 50/50 como se pensaba originalmente. Además, por dichos motivos en el presente documento se ha decidido ofrecer exclusivamente las calificaciones de las producciones individuales y grupales obtenidas de acorde a la evaluación personal y a los criterios de calificación establecidos (apartados 5. *Evaluación continua* y 6. *Criterios de calificación*) sin tener en cuenta la autoevaluación y coevaluación de los alumnos. Así, se establecieron los resultados presentados (Figuras 1 y 2).



**Fig. 1. Calificación de la producción individual de los alumnos 3ºA (verde. 27 alumnos) y 3ºC (amarillo. 25 alumnos).** El hábito de tomar apuntes es superior en 3ºA, suspendiendo más de la mitad de alumnos en 3ºC (14 de 25), aunque menos de la mitad de la clase de 3ºA alcanza la calificación de notable.





**Fig. 2. Calificación de la producción grupal de los alumnos de 3ºA (verde. 7 grupos) y 3ºC (amarillo. 8 grupos).** El rendimiento académico ha sido similar en 3ºA y 3ºC, siendo reducido en ambas clases hasta el punto de que más de la mitad de grupos no alcanzan la calificación de bien.

Dadas las insuficientes calificaciones individuales y las bajas calificaciones grupales obtenidas tanto por 3ºA como por 3ºC los resultados obtenidos podrían conducir a pensar que la metodología utilizada para mejorar el aprendizaje del sistema nervioso no ha sido la adecuada. Sin embargo, y teniendo en cuenta los objetivos propios perseguidos (apartado 3.3 *Objetivos*), a la vista de los resultados presentados en este apartado y en el apartado 3.2 *¿Qué saben nuestros alumnos inicialmente?*, objetivamente las **conclusiones** que pueden establecerse son las siguientes:

- I. Los alumnos de 3º de la ESO presentan ideas previas que se aproximan al marco teórico científico de referencia, pero desconocen los contenidos curriculares de su nivel y presentan ideas alternativas como que los huesos y músculos forman parte del sistema nervioso, así como errores terminológicos como confundir médula ósea y espina dorsal con médula espinal.
- II. La mayoría de las calificaciones obtenidas en la toma de apuntes de los alumnos han sido inferiores al notable, por lo que es necesario seguir trabajando este hábito para favorecer el aprendizaje del alumnado y una mayor autonomía.
- III. Más de la mitad de grupos no han alcanzado la calificación de bien, probablemente debido a la falta de entrenamiento previo de los alumnos de Secundaria en relacionar e integrar conceptos impartidos de forma secuencial.

En otras palabras, existe la necesidad tanto de profundizar en el trabajo de tomar apuntes en clase como de seguir practicando preguntas de un mayor carácter mediador, así como de tener en cuenta las posibles ideas alternativas del sistema nervioso detectadas de los alumnos de 3º de la ESO para alcanzar mejores resultados y permitir saber de este modo al docente qué han aprendido realmente los discentes durante sus clases. Así, los resultados obtenidos no hacen sino demostrar que, efectivamente, como señalan Bargalló y Tort (2009), las preguntas que tienen un carácter más mediador y que permitirían un mayor aprendizaje del alumnado son poco trabajadas en las aulas y, por tanto, es necesario seguir invirtiendo esfuerzos en su aplicación y buen diseño hasta que lleguen a normalizarse.

Ahora bien, no sólo es necesario seguir trabajando en este tipo de metodologías y, en particular, en actividades más innovadoras como el caso práctico expuesto, sino que también el propio diseño de la propuesta debe ser mejorado. Así, teniendo esto presente, a continuación se exponen una serie de acciones que podrían llevarse a cabo para mejorar la propuesta didáctica y con ello el aprendizaje de los alumnos y sus resultados académicos:

- **Mejorar el *feedback*:** mi idea original era realizar clases formativas, informando a los alumnos de sus errores de forma oral para que mejorasen su producción individual y grupal. En caso de disponer del tiempo necesario podría ser interesante que dicho *feedback* no fuese realizado por el profesor, sino por los propios alumnos, pidiéndoles a aquellos que tuviesen la mejor respuesta de una determinada actividad que se la explicasen al resto de sus compañeros, incentivando así el aprendizaje entre pares y solventando la barrera del lenguaje que, en ocasiones, puede existir entre profesor y alumno.
- **Incrementar la cohesión de los contenidos:** alejarse de los libros de texto puede ser una medida para favorecer que los alumnos sean capaces de relacionar conceptos entre sí por otros medios. Esto puede conseguirse preparando las clases en Power Point, dado que, como se ha indicado en el apartado 4.5 *Metodología* y como he experimentado, ofrece una mayor libertad para el profesor a la hora de elegir la forma de transmitir los conocimientos, pero sería necesario dotar a los mismos de una mayor cohesión de la que conseguí realizar durante mis sesiones.
- **Facilitar la toma de apuntes:** durante mis clases los alumnos tuvieron que apuntar toda la información relevante, tanto del Power Point como la transmitida de forma oral. En lugar de ello, como una primera aproximación se les podrían dar las diapositivas fotocopiadas para que sólo tuviesen que apuntar lo que se dijese de forma oral sobre las mismas. Se empezaría trabajando así el hábito de tomar apuntes hasta que, tras un determinado tiempo, la forma de proceder sería idéntica a la de las sesiones que llevé a cabo para fomentar de esta manera una mayor autonomía entre los alumnos.
- **Modificar los enunciados de las preguntas mediadoras:** la sugerencia de esta propuesta de mejora viene propiciada por la pregunta 2 del caso práctico (*La mañana en que Ramón empezó a experimentar los síntomas de la esclerosis múltiple estaba nervioso. ¿Por qué? ¿Qué ocurre cuando estamos nerviosos? ¿Podemos controlarlo?*), ya que tal y como está formulada la pregunta induce a los alumnos a contestar en base a los síntomas y no al sistema nervioso, siendo una respuesta habitual entre los alumnos la siguiente: "cuando estamos nerviosos se nos acelera el pulso, sudamos, nos sentimos incómodos y reaccionamos peor a lo que nos rodea. Podemos intentar controlarlo con ejercicios de relajación". En consecuencia, una posible reformulación del final de la pregunta para mejorar su focalización sería:

...¿Por qué? ¿Qué ocurre cuando estamos nerviosos? ¿Podemos controlarlo?  
**Contestad la primera pregunta con la información que aparece en el texto y las dos siguientes con lo que sabéis sobre el sistema nervioso.**

- **Reducir la exigencia de las preguntas mediadoras:** en caso de detectar resoluciones correctas, pero escasas en profundidad una forma de trabajar podría ser la de seguir formulando enunciados de complejidad similar, pero aplicar unos estándares de aprendizaje, con sus correspondientes indicadores de logro, más laxos al principio. De esta manera los alumnos obtendrían mejores calificaciones, se motivarían y de forma progresiva podría incrementarse la exigencia de las respuestas a las preguntas mediadoras.

La sugerencia de esta medida viene especialmente influida por la pregunta 4 del caso práctico (*Imaginad que Ramón en lugar de tener esclerosis múltiple experimenta un fuerte accidente de coche en el que varias vértebras torácicas y la médula espinal resultan dañadas, quedándose parapléjico. Si toca una aguja ¿seguirá apartando la mano rápidamente? ¿Y una persona tetrapléjica?*), ya que buscaba que los alumnos razonasen en base a la estructura del arco reflejo, cuando quizá podría haber dado las respuestas como válidas simplemente con distinguir que "una persona parapléjica no siente de cintura para abajo por lo que podría tener ese acto reflejo y una tetrapléjica no siente de cuello para abajo, por lo que no tendría ese acto reflejo".

- **Realizar preguntas más cerradas y estáticas:** en caso de considerar las preguntas mediadoras como más complejas y difíciles de trabajar de manera continua en las aulas se podrían modificar por preguntas más cerradas y estáticas de **forma puntual**. Fue precisamente lo último que hice durante mi estancia en el centro, es decir, elaborar un posible modelo de examen (ver X. *Anexos*) con preguntas más sencillas a las presentes en el caso práctico<sup>16</sup>. Sin embargo, no modifiqué el tipo de enunciado por los motivos reflejados en este punto, sino porque al ser solamente un profesor de prácticas y no poder trabajar de forma continua las preguntas mediadoras con los alumnos a los que les di clase preferí que en el examen les apareciesen preguntas a las que podían estar más acostumbrados y así obtuviesen mejores resultados.
- **Modificar la evaluación:** atendiendo a la falta de sinceridad o percepción del propio trabajo y aprendizaje de los alumnos quizá sería más recomendable suprimir la posibilidad de realizar una autoevaluación y coevaluación por parte de los alumnos y centrar los esfuerzos en desarrollar una mejor evaluación en la que interviniese exclusivamente el profesor como evaluador.
- **Utilizar más recursos:** tomando a los alumnos de 3ºA como referencia por ser un grupo cuyo comportamiento y trabajo fue similar a lo largo de las tres sesiones, la tercera sesión fue la que más les costó asimilar por ser la más abstracta, según pude observar al corregir sus apuntes y durante las preguntas que me realizaron en clase. El uso de modelos como los que pueden encontrarse en <http://goo.gl/xUI5f8> podría haber favorecido una mayor comprensión de conceptos más complejos como la conducción saltatoria y la sinapsis.
- **Mayor control del tiempo de clase:** quise hacer las clases muy participativas y atender a todas las preguntas de los alumnos y, como resultado, perdí mucho tiempo de clase. Establecer mejor el tiempo que se le pueden dedicar a las dudas y, en caso de que éstas se excedan en número, comunicar a los alumnos que se esperen a que

<sup>16</sup> El posible modelo de examen lo elaboré por petición de mi tutora, ya que le serviría para elegir una o varias de las preguntas que plantease para su propio examen.

finalice la clase para poder realizármelas puede ser una manera de solucionar este problema.

- **Ampliar la propuesta innovadora:** en caso de disponer de más tiempo en las aulas se podría haber llevado a cabo de forma complementaria al caso práctico una WebQuest (más información sobre las mismas en el apartado 2.2. *Tecnologías de la información y comunicación para el aprendizaje*) en la que los alumnos tuvieran que investigar sobre más enfermedades del sistema nervioso a parte de la esclerosis múltiple en base a diversos recursos web ofrecidos por el docente. De esta manera, por un lado, se trabajaría más en definir el resultado del aprendizaje dado por el estándar de evaluación oficial Est.BG.4.18.1 (*Identifica algunas enfermedades comunes del sistema nervioso, relacionándolas con sus causas, factores de riesgo y su prevención*) y, por otro, los alumnos podrían establecer su propio conocimiento de manera guiada, cumpliendo así con el carácter constructivista de las WebQuest (Adell, 2006), y afianzar los conceptos ofrecidos durante las explicaciones teóricas previas con Power Point. Además, esta misma actividad podría verse potenciada mediante la visualización de películas también relacionadas con enfermedades del sistema nervioso para favorecer la comprensión del mismo, así como el desarrollo de una actitud positiva hacia personas con deficiencias mentales (Herzel, 2011) y reforzar así las competencias sociales y cívicas (CSC) perseguidas con la aplicación del caso práctico sobre la esclerosis múltiple que elaboré y llevé a cabo en las aulas.

## 8. CONCLUSIONES DEL MÁSTER

---

Para finalizar, en el presente apartado se exponen una serie de valoraciones positivas y negativas personales acerca del Máster en Profesorado, incentivadas por la experiencia vivida a lo largo de su paso por el mismo.

En primer lugar, un carácter que me ha parecido muy positivo del Máster es que brinda la oportunidad de entrar en el mismo a alumnos de cualquier edad y rama de conocimiento, otorgando así la posibilidad de conocer a personas procedentes de diferentes disciplinas científicas e incluso de distintos ámbitos de estudio, como fue en mi caso durante los periodos de prácticas, en que coincidí con dos compañeras de la especialidad de Orientación educativa. Poder compartir experiencias con personas que tienen una mentalidad diferente considero que es muy enriquecedor para, por un lado, crecer como persona y, por otro, poder entender mejor la labor docente del resto de compañeros que nos encontremos en el centro en que vayamos a impartir clases y así mejorar la comunicación entre los diferentes departamentos o profesores, según el centro sea público o no. Por todo ello, me parecen muy acertadas decisiones como que los alumnos de las especialidades de Biología y Geología y Física y Química hayamos estado en una misma clase en el Máster durante el primer cuatrimestre.

En segundo lugar, considero que los contenidos que se imparten en el Máster son correctos, pero, en general, no comparto la forma en que se llevan a cabo por diversos motivos. Los más importantes son los que enumero a continuación y, aunque soy consciente de su dificultad para ser aplicados, quizá con una adecuada coordinación podrían llegar a realizarse algunos de ellos en posteriores promociones:

1. **Horario:** tanto en el primer cuatrimestre como en el segundo, aunque especialmente en el primero, opino que existen muchas más horas a cubrir en el horario estipulado de las que realmente se precisan para poder abarcar el contenido impartido. Por tanto, los contenidos deberían ampliarse o reducirse el horario para una mayor productividad de las clases.
2. **Clases magistrales:** al contrario que otros compañeros no estoy en contra de la enseñanza en forma de clases magistrales, principalmente por ser la recibida y haber aprendido durante mi paso por Secundaria con dicho modelo. No obstante, comparto que el cambio de mentalidad que está experimentando la sociedad del conocimiento del siglo XXI con, entre otros, nuevos modelos familiares (Sánchez, 2008) y las tecnologías de la información y la comunicación (Olivar y Daza, 2007), hace necesaria la aplicación de formas novedosas de enseñanza que les permitan a los alumnos poder seguir aprendiendo en armonía con las necesidades demandadas por la sociedad en que crecen. Sin embargo, me parece incoherente que desde el Máster se pretenda impulsar una educación innovadora cuando el método de enseñanza con el que se transmite siga basado eminentemente en un modelo tradicional de enseñanza. Como dice el refrán predicar con el ejemplo es el mejor argumento, de forma que para que los alumnos que pasamos por el Máster en Profesorado seamos realmente innovadores en nuestra futura profesión como docentes considero que debe cambiarse el modelo con que se imparten las clases y evalúa. De esta manera, los propios alumnos podremos experimentar de primera mano su funcionamiento y beneficios, más allá de

lo que pueda ofrecer al respecto una explicación teórica o la lectura de un artículo recomendado, sin que ello suprima la importancia de estas últimas actividades.

3. **Asignaturas:** existen ofertadas diversas asignaturas optativas y obligatorias divididas en un primer cuatrimestre orientado hacia nociones más generales sobre la educación y contenidos más específicos en el segundo cuatrimestre. Esta distribución quizá sea más adecuada y sencilla de aplicar, pero dada la diferente forma de trabajar en didáctica con respecto a nuestra experiencia previa nos desmotiva a los alumnos durante el primer cuatrimestre, especialmente a los que procedemos de ramas más científicas. De esta manera, la existencia de asignaturas más generales y más específicas de cada especialidad durante ambos cuatrimestres opino que contribuiría a una mejora en nuestro aprendizaje e interés por los contenidos impartidos. Por su parte, en relación con las asignaturas considero que existen materias obligatorias que podrían unificarse como, por ejemplo, Interacción y convivencia en el aula con Contexto de la actividad docente, y que otras que son optativas, como Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje, deberían ser obligatorias, dado que pienso que su conocimiento debe ser básico para todo futuro profesional docente por ejercer un papel fundamental en el cambio de nuestra sociedad. Además, no me parece apropiado que dentro de una especialidad los alumnos no podamos cursar ambas asignaturas de contenidos disciplinares<sup>17</sup>. Deberíamos poder optar a las dos asignaturas: una para reforzar y poder aplicar mejor la transposición didáctica de contenidos que ya sabemos (Contenidos disciplinares de Biología en mi caso) y otra para aprender los contenidos que nos son desconocidos y que posteriormente tendremos que impartir (Contenidos disciplinares de Geología en mi caso).
4. **Prácticas:** el objetivo fundamental de los estudiantes que cursamos el Máster en Profesorado es conocer las bases para ser unos futuros docentes competentes y ponerlas en práctica. Para ello, la estancia en los centros resulta fundamental en este año de formación profesional y, sin embargo, es una realidad el hecho de que en función del centro la experiencia durante los periodos de prácticas resulta más o menos enriquecedora. Por ello, considero que desde el propio Máster debería establecerse un *feedback* con los alumnos del mismo para establecer, elaborando una lista, qué centros han aportado más y menos y avisar en consecuencia a los alumnos de las siguientes promociones a la hora de que estos tengan que elegir su centro de prácticas.

Finalmente, con sus virtudes y defectos lo cierto es que este Máster me ha permitido cumplir el principal objetivo con el que lo inicié, que no era otro que el de conocer el trabajo de los docentes en su totalidad y que es mucho más extenso del que imaginaba. Al final resulta tan esencial conocer la materia a impartir como las diversas herramientas en las que poder apoyarse para una mejor enseñanza, clima del aula, comunicación con los alumnos, padres y compañeros de profesión, así como la importancia de saber trabajar y aplicar los diversos documentos legales marcados por la Ley y sus normativas derivadas. Todo de manera que, se tenga una u otra idea sobre cómo se debe educar, se pueda llegar a una convergencia de ideas a partir de un diálogo constructivo para conseguir un mismo fin, que no es otro que el de ofrecer lo mejor de cada uno para que un alumno sonría al descubrir un nuevo conocimiento.

---

<sup>17</sup> Contenidos disciplinares de Biología y Contenidos disciplinares de Geología en el caso de la especialidad de Biología y Geología.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

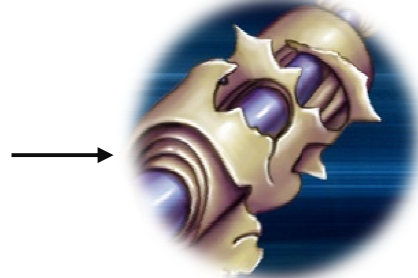
- Adell, J. (2006). Internet en el aula: las WebQuest. *Eduotec. Revista electrónica de tecnología educativa*, (17).
- Alvarado, G., Rivas, S. y Ochoa, M. (2012). Diseño Instruccional con enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS) para la enseñanza del contenido del Sistema Nervioso. *Revista de investigación*, 36(77), 125-146.
- Badia, M. (2011). Las drogas y la comunicación entre neuronas: una actividad contextualizada. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (68), 60-70.
- Bargalló, C.M. y Tort, M.R. (2009). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 61-71.
- Cañal, P. (2011). ¿Qué enseñar sobre el cerebro y la coordinación nerviosa? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17(68), 42-59.
- Cañas, A., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Gómez, G., Eskridge, T., Arroyo, M. y Carvajal, R. (2004) CMapTools: A knowledge modeling and sharing environment. *Concept maps: Theory, methodology, technology. Proceedings of the first international conference on concept mapping*, 1, 125-133. Universidad Pública de Navarra, Pamplona, España.
- Carranza, M.L. y Celaya, G. (2003). Una estrategia para favorecer la comprensión y el aprendizaje en las ciencias morfológicas: Presentaciones en PowerPoint. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 9(2), 139-159.
- Carretero, M. (1979). ¿Por qué flotan las cosas? el desarrollo del pensamiento hipotético-deductivo y la enseñanza de la ciencia. *Infancia y Aprendizaje*, 2(8), 7-22.
- Chacón Ardila, E. (2016). *Las rutinas del pensamiento y sus alcances en el proceso de aprendizaje de la historia para suscitar el pensamiento crítico* (tesis de maestría). Universidad de La Sabana, Chía, Colombia.
- Domingo Peña, J., Durán Moyano, J.L. y Martínez García, H. (2016). Aprendizaje cooperativo y Flipped Classroom. Recuperado de <http://goo.gl/Zp7gH5>.
- Dorado Murillo, G.P. (2011). Características del aprendizaje cooperativo en la ESO. Ejemplificación. *EmásF, Revista Digital de Educación Física*, (9), 43-57.
- Gil Quílez, M.J. y Martínez Peña, M.B. (2005). El modelo Sol-Tierra-Luna en el lenguaje iconográfico de estudiantes de Magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), 153-166.
- Goldfinch, J. (1994). Further developments in peer assessment of group projects. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 19(1), 29-35.

- Gómez-Moliné, M. y Sanmartí, N. (2000). Reflexiones sobre el lenguaje de la ciencia y el aprendizaje. *Educación Química*, 11(2), 266-273.
- González Jara, D. (2012). Proyecto colaborativo multimedia para la enseñanza del sistema nervioso y el dolor a alumnos de 3º de Educación Secundaria Obligatoria. *Enseñanza & Teaching*, 30, 137-158.
- Guasch, T. y Castelló, M. (2002). Aproximación a la enseñanza de la toma de apuntes en la Educación Secundaria Obligatoria: un estudio descriptivo. *Infancia y Aprendizaje*, 25(2), 169-181.
- Herzel, C. (2011). Recursos en Internet para la enseñanza sobre el cerebro y los sistemas de coordinación nerviosa. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (68), 71-79.
- Ley orgánica para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) (Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre). *Boletín Oficial del Estado*, nº 295, 2013, 10 diciembre.
- Márquez, C., Roca, M., Gómez, A., Sardá, A. y Pujol, R.M. (2004). La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras. *Investigación en la Escuela*, 53, 71-81.
- Mounoud, P. (2001). El desarrollo cognitivo del niño: desde los descubrimientos de Piaget hasta las investigaciones actuales. *Contextos educativos*, 4, 53-77.
- Olivar, A. y Daza, A. (2007). Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y su impacto en la educación del siglo XXI. *Negotium: revista de ciencias gerenciales*, 3(7), 21-46.
- Orden del Departamento de Educación, Cultura y Deporte 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 (Orden ECD/489/2016, 26 de mayo). *Boletín oficial de Aragón*, nº 105, 2016, 2 junio.
- Sánchez, C. (2008). La familia: concepto, cambios y nuevos modelos. *Revista La Revue du REDIF*, 2(1), 15, 22.
- Sanmartí, N., Izquierdo, M. y García, P. (1999). Hablar y escribir: una condición para aprender ciencia. *Cuadernos de Pedagogía*, 281, 54-58.
- Sardà, S. y Márquez, C. (2008). El uso de maquetas en el proceso de enseñanza-aprendizaje del sistema nervioso. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, 14(58), 67-76.
- Wassermann, S. (1999). *El estudio de casos como método de enseñanza*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu Editores.



## 10. ANEXOS

### CASO PRÁCTICO



Corría el año 2004. Ramón, un hombre de 32 años sano y optimista, se levantó una mañana como otra cualquiera a trabajar, aunque algo más nervioso de lo habitual, dado que ese día iba a realizar la presentación de un producto importante para su empresa. Con dicha ocupación en su mente nada le hacía pensar que ese día cambiaría su vida para siempre.

Todo empezó cuando fue a coger su taza de desayuno y no pudo agarrarla con la mano derecha. Por más que lo intentó por alguna razón sus dedos no le respondían, pero no le dio importancia y asió la taza con la mano izquierda. Después fue a trabajar y durante su exposición notó un leve mareo y que se le nublaba la visión. De nuevo no le dio importancia, sino que simplemente detuvo un momento su explicación para recomponerse y prosiguió. Más tarde de camino a casa se le desató un cordón del zapato, así que se detuvo en un banco para abrochárselo y fue incapaz de hacerlo: los dedos de su mano derecha seguían sin responderle bien. Un tanto molesto se metió el cordón en el zapato como pudo y cuando se dispuso a levantarse del banco se llevó una nueva sorpresa: no pudo. Preocupado llamó a su mujer y juntos fueron al hospital, donde le realizaron una serie de pruebas.

El diagnóstico fue contundente: Ramón padecía la enfermedad conocida como esclerosis múltiple y le dijeron que en poco tiempo no sería capaz de andar ni 100 metros.

### ACTIVIDADES

- 1) ¿Qué creéis que representan las dos imágenes que aparecen al principio del presente caso práctico? (CMCT y CAA)
- 2) La mañana en que Ramón empezó a experimentar los síntomas de la esclerosis múltiple estaba nervioso. ¿Por qué? ¿Qué ocurre cuando estamos nerviosos? ¿Podemos controlarlo? (CCL, CMCT y CAA)
- 3) Durante su exposición a Ramón se le nubló la visión. Razonad por qué en base a lo que sabéis de la enfermedad y los nervios. ¿Qué tipo de nervio estaba afectado? Clasificadlo estructuralmente y funcionalmente y explicad el por qué de vuestra elección (CMCT, CAA y CSC)

**4)** Imaginad que Ramón en lugar de tener esclerosis múltiple experimenta un fuerte accidente de coche en el que varias vértebras torácicas y la médula espinal resultan dañadas, quedándose parapléjico. Si toca una aguja ¿seguirá apartando la mano rápidamente? ¿Y una persona tetrapléjica? (**CMCT, CAA y CSC**)

### 3-2-1 puente: sistema nervioso

#### Respuestas iniciales

3 ideas
2 preguntas
1 metáfora



#### Respuestas finales

3 ideas
2 preguntas
1 metáfora

Nombre

Calificación

**Rúbrica general de evaluación de la función  
de relación y el sistema nervioso (profesor)**

<b>I- Evaluación individual</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>- Actitud en clase (10%)</b>					
El alumno participa activamente en la resolución de las preguntas y actividades planteadas por el profesor durante las explicaciones teóricas.					
El alumno le expone al profesor y/o a sus compañeros preguntas fundamentadas y reflexivas, de acorde a la materia impartida.					
El alumno muestra respeto hacia sus compañeros y hacia el profesor, dirigiéndose hacia los demás con educación.					
<b>- Trabajo en clase (30%)</b>					
El alumno toma apuntes correctamente de las explicaciones teóricas dadas por el profesor sobre la unidad didáctica de acuerdo con su rúbrica de evaluación particular ( <b>Tabla S1</b> )					

<b>II- Evaluación del grupo</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>- Actitud en clase (10%)</b>					
El grupo ha cumplido con el principal objetivo de este tipo de dinámicas, es decir, cooperar para resolver conjuntamente las diferentes actividades propuestas.					
<b>- Trabajo en clase (50%)</b>					
El grupo ha resuelto correctamente las actividades presentes en el caso práctico de acuerdo con su rúbrica de evaluación particular ( <b>Tabla S2</b> )					

**Tabla S1.** Rúbrica de evaluación particular de la producción individual de los alumnos

ESTÁNDARES/INDICADORES	4 (Excelente)	3 (Bueno)	2 (Correcto)	1 (Insuficiente)
El alumno toma apuntes durante las explicaciones teóricas.	El alumno toma apuntes de calidad, anotando la información de las diapositivas, oral y añadiendo ejemplos.	El alumno anota lo que aparece en las diapositivas y lo que se dice de forma oral.	El alumno se limita a copiar lo que aparece en las diapositivas.	El alumno anota menos de lo que hay en las diapositivas.

**Tabla S2.** Rúbrica de evaluación particular de la producción grupal de los alumnos

ESTÁNDARES/INDICADORES	4 (Excelente)	3 (Bueno)	2 (Correcto)	1 (Insuficiente)
<b>Actividad 1:</b> los alumnos explican qué representa cada imagen y las relacionan entre sí.	Los alumnos explican las imágenes en base a la información del caso práctico y las relacionan entre sí y con la esclerosis múltiple	Los alumnos ofrecen una posible explicación de las imágenes y las relacionan entre sí.	Los alumnos explican las imágenes en base a la información del caso práctico.	Los alumnos ofrecen una posible explicación de las imágenes.
<b>Actividad 2:</b> los alumnos utilizan la información que aparece en el texto e identifican al sistema nervioso simpático como el responsable de ponernos nerviosos.	Los alumnos muestran una elevada comprensión del texto y de los contenidos, reconociendo que el responsable de lo que le ocurre a Ramón es el sistema nervioso simpático.	Los alumnos muestran una elevada comprensión del texto y parcial de los contenidos, reconociendo al sistema nervioso como el responsable, pero no el tipo.	Los alumnos muestran comprensión del texto y una comprensión insuficiente de los contenidos, basándose en los síntomas que se experimentan y no en el sistema nervioso.	Los alumnos muestran comprensión del texto.
<b>Actividad 3:</b> los alumnos explican el síntoma experimentado por Ramón e indican el tipo de nervio afectado, justificando su elección.	Los alumnos desarrollan una explicación multiescalar, relacionando las vainas de mielina con los axones y el nervio óptico. Además, ofrecen una clasificación estructural y funcional del mismo y justifican el porqué de su elección.	Los alumnos desarrollan una explicación multiescalar, pero fallan en los conceptos a relacionar. Además, ofrecen una clasificación estructural y funcional del nervio afectado.	Los alumnos ofrecen una clasificación funcional y estructural del nervio afectado y justifican el porqué de su elección.	Los alumnos ofrecen una clasificación funcional y estructural del nervio afectado.
<b>Actividad 4:</b> los alumnos responden a las preguntas en base a la estructura del arco reflejo y diferencian qué ocurre en los dos casos planteados.	Los alumnos identifican la médula espinal como la principal estructura del arco reflejo y contestan a ambos casos según la zona dañada de la misma.	Los alumnos identifican que el arco reflejo se ve alterado y justifican qué ocurre en los dos casos planteados, pero en base a otras estructuras distintas de la médula espinal.	Los alumnos identifican la médula espinal como la principal estructura del arco reflejo, pero no consiguen relacionarlo correctamente con ambos casos.	Los alumnos ofrecen una posible explicación para ambos casos, pero desconocen sus diferencias.

Nombre

Calificación

**Rúbrica de autoevaluación y coevaluación de la  
función de relación y el sistema nervioso (alumnos)**

<b>I- Evaluación individual (autoevaluación)</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>- Actitud en clase (10%)</b>					
He participado activamente en la resolución de las preguntas y actividades planteadas por el profesor durante las explicaciones teóricas.					
Le he expuesto al profesor y/o a mis compañeros preguntas fundamentadas y reflexivas, de acorde a la materia impartida.					
He mostrado respeto hacia mis compañeros y hacia el profesor, dirigiéndome hacia los demás con educación.					
<b>- Trabajo en clase (30%)</b>					
He tomado apuntes de las explicaciones teóricas dadas por el profesor sobre la unidad didáctica.					

<b>II- Evaluación del grupo (autoevaluación)</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>- Actitud en clase (10%)</b>					
He cumplido con el principal objetivo de este tipo de dinámicas, es decir, cooperar para resolver conjuntamente las diferentes actividades propuestas.					
<b>- Trabajo en clase (50%)</b>					
He aportado ideas que nos han permitido reflexionar sobre los casos prácticos y la teoría para obtener las respuestas correctas.					

<b>II*- Evaluación del grupo (coevaluación)</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>- Actitud en clase del <b>compañero 1</b> (10%)</b>					
El compañero ha cumplido con el principal objetivo de este tipo de dinámicas, es decir, cooperar para resolver conjuntamente las diferentes actividades propuestas.					
<b>- Trabajo en clase del <b>compañero 1</b> (50%)</b>					
El compañero ha aportado ideas que nos han permitido reflexionar sobre los casos prácticos y la teoría para obtener las respuestas correctas.					
<b>- Actitud en clase del <b>compañero 2</b> (10%)</b>					
El compañero ha cumplido con el principal objetivo de este tipo de dinámicas, es decir, cooperar para resolver conjuntamente las diferentes actividades propuestas.					
<b>- Trabajo en clase del <b>compañero 2</b> (50%)</b>					
El compañero ha aportado ideas que nos han permitido reflexionar sobre los casos prácticos y la teoría para					

obtener las respuestas correctas.					
<b>- Actitud en clase del compañero 3 (10%)</b>					
El compañero ha cumplido con el principal objetivo de este tipo de dinámicas, es decir, cooperar para resolver conjuntamente las diferentes actividades propuestas.					
<b>- Trabajo en clase del compañero 3 (50%)</b>					
El compañero ha aportado ideas que nos han permitido reflexionar sobre los casos prácticos y la teoría para obtener las respuestas correctas.					

**Compañero 1:**

**Compañero 2:**

**Compañero 3:**

Nombre

Calificación

## Examen parcial del Tema 5.

### El sistema nervioso

1. Imagina que vas por la calle, de repente comienza a nevar y, en consecuencia, te pones un abrigo para no tener frío. ¿Qué función que tenemos todos los seres vivos está actuando? Explica el esquema básico de dicha función basándote en el ejemplo del enunciado y nombrando todos los elementos que intervienen (**2 puntos. CCL y CMCT**).

2. Señala cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. En caso de ser falsas justifica por qué (**2 puntos. 0,25 cada afirmación. CCL y CMCT**):

- En la función de relación los músculos actúan como efectores.
- El encéfalo es lo mismo que el cerebro.
- El cerebelo controla nuestra respiración.
- La columna vertebral es la protección externa y dura de la médula espinal.
- Un nervio motor es aquel que envía las respuestas elaboradas por el SNC a los receptores.
- El nervio óptico es el que transmite la información captada por el ojo al cerebro.
- El acto reflejo es la estructura responsable de producir los movimientos conocidos como reflejos.
- El sistema nervioso somático está formado por el sistema nervioso simpático y el sistema nervioso parasimpático.

3. Dibuja una neurona y señala sus principales partes (**1 punto. CMCT**).

4. Cita las estructuras que permiten que la velocidad de la información en el sistema nervioso se transmita de forma adecuada, indica qué células las producen y pon un ejemplo de enfermedad en que se vean afectadas (**2 puntos. CMCT**).

5. ¿Quién fue el investigador que dijo que las neuronas son células que están separadas unas de otras y no unidas? (**1 punto. CMCT y CCEC**).

6. Explica qué es la sinapsis y cómo se produce (**2 puntos. CMCT**).

✚ Para subir nota (**hasta 2 puntos. CCL, CMCT y CCEC**): Stephen Hawking es uno de los físicos teóricos más importantes de nuestro siglo, pero padece una enfermedad, que es la esclerosis lateral amiotrófica (ELA) - no confundir con la esclerosis múltiple - que con el paso de los años le ha eliminado la posibilidad de realizar ningún tipo de movimiento. Razona teniendo en cuenta las diferentes partes que conoces que componen el sistema nervioso por qué actualmente Hawking se encuentra en una silla de ruedas sin poder moverse y, sin embargo, es capaz de seguir elaborando brillantes teorías.