



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster
En Profesorado de E.S.O., F.P. y Enseñanzas de
Idiomas, Artísticas y Deportivas
Biología y Geología

Construyendo un circuito neuronal

Building a neuronal network

Autora

Estel Ramos Marquès

Directores

María José Gil Quílez
Francisco Luis Alda Bueno

FACULTAD DE EDUCACIÓN
2017

Índice

I. INTRODUCCIÓN.....	2
○ <i>PRESENTACIÓN PERSONAL Y DEL CURRÍCULO ACADÉMICO.....</i>	<i>2</i>
○ <i>CONTEXTO DEL CENTRO.....</i>	<i>3</i>
○ <i>PRESENTACIÓN DEL TRABAJO.....</i>	<i>3</i>
II. ANÁLISIS CRÍTICO DE DOS ASIGNATURAS DEL MÁSTER.....	4
○ <i>DISEÑO CURRICULAR DE FÍSICA Y QUÍMICA Y BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA.....</i>	<i>4</i>
○ <i>INTERACCIÓN Y CONVIVENCIA EN EL AULA.....</i>	<i>5</i>
III. PROPUESTA DIDÁCTICA.....	7
○ <i>TÍTULO Y NIVEL EDUCATIVO.....</i>	<i>7</i>
○ <i>EVALUACIÓN INICIAL.....</i>	<i>7</i>
<i>¿Cómo son los alumnos en tercero de la ESO?.....</i>	<i>7</i>
<i>Según el currículum ¿Qué deberían haber aprendido durante los años anteriores?.....</i>	<i>8</i>
<i>Ideas previas de los alumnos respecto al sistema nervioso.....</i>	<i>8</i>
<i>Evaluación inicial: el primer contacto.....</i>	<i>10</i>
IV. ACTIVIDADES.....	12
○ <i>CONTEXTO.....</i>	<i>12</i>
○ <i>PARTICIPANTES.....</i>	<i>12</i>
○ <i>OBJETIVOS.....</i>	<i>12</i>
○ <i>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....</i>	<i>13</i>
<i>Temporalización.....</i>	<i>13</i>
<i>Material necesario.....</i>	<i>14</i>
<i>Desarrollo de la actividad.....</i>	<i>14</i>
○ <i>CONTENIDOS: CONOCIMIENTOS, HABILIDADES, DESTREZAS Y ACTITUDES.....</i>	<i>15</i>
○ <i>CRITERIOS DE EVALUACIÓN, ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE E INDICADORES DE LOGRO.....</i>	<i>16</i>
○ <i>METODOLOGÍA UTILIZADA.....</i>	<i>17</i>
V. EVALUACIÓN FINAL.....	19
VI. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN.....	21
VII. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA.....	22
<i>EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA.....</i>	<i>22</i>
<i>PROPUESTA DE MEJORA.....</i>	<i>25</i>
VIII. CONCLUSIONES DEL MÁSTER.....	26
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
X. ANEXOS.....	31
ANEXO 1: <i>DIPOSITIVA DE CONCEPTOS CLAVE.....</i>	<i>31</i>
ANEXO 2: <i>RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD POR PARTE DEL DOCENTE.....</i>	<i>32</i>
ANEXO 3: <i>PREGUNTAS PARA LA AUTOEVALUACIÓN EN GRUPO.....</i>	<i>33</i>
ANEXO 4: <i>RÚBRICA PARA LA AUTOEVALUACIÓN INDIVIDUAL.....</i>	<i>34</i>
ANEXO 5: <i>RÚBRICA DE CO-EVALUACIÓN DE LOS VÍDEOS DEL RESTO DE GRUPOS.....</i>	<i>36</i>
ANEXO 6: <i>RÚBRICA DE EVALUACIÓN POR PARTE DEL DOCENTE.....</i>	<i>37</i>
ANEXO 7: <i>PREGUNTAS DE LA PRUEBA ESCRITA FINAL.....</i>	<i>38</i>

I. Introducción

Este documento constituye el Trabajo de Fin de Máster (TFM) correspondiente al Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas, de la especialidad en Biología y Geología, en su edición del curso 2016-17. El Máster tiene como objetivo formar desde el punto de vista de la pedagogía y las didácticas específicas en cada especialidad, a futuros docentes de educación secundaria para introducirlos en el sistema educativo. La formación está organizada en dos cuatrimestres donde se integran materias de la vertiente psico-pedagógica, social y de legislación en educación y centros educativos, en el primero de ellos, y materias específicas de especialidad, donde se pretende formar a los estudiantes en la didáctica de las ciencias experimentales, en el caso de la especialidad de Biología y Geología.

Este TFM se va a introducir con una explicación de mi trayectoria personal, así como con el contexto del centro donde se realizaron las asignaturas de Practicum I, II y III a lo largo del curso 2016-17. En los siguientes apartados, se detallarán algunas de las actividades llevadas a cabo, junto con su fundamentación, justificación y evaluación correspondiente.

o Presentación personal y del currículo académico

A nivel personal, me gustaría incluir en esta memoria mi experiencia como alumna de Educación Secundaria. Los cuatro cursos de la ESO los realicé en un centro concertado en Barcelona llamado “Centre Educatiu Projecte”. Es un centro pequeño, con una sola línea, desde primero de infantil hasta 4º de la ESO. A nivel general, la recuerdo una época muy satisfactoria a nivel educativo. No me refiero a mis resultados personales, si no a la organización y estrategias pedagógicas de la mayoría de profesores de la etapa. Los cursos de Bachillerato los realicé en un instituto público del barrio donde vivía: el “IES Icària”. Éste era un centro bastante grande, con cinco líneas en la ESO y 2 en el Bachillerato. Al ser un centro tan grande, la relación con los profesores me pareció más distante, aunque también valoro muy positivamente la experiencia educativa durante esos dos años y las distintas estrategias y la implicación de los profesores para facilitarnos los procesos de aprendizaje. Pienso que, de cara a una futura tarea como profesora, estaré muy influenciada por los docentes con los que me he cruzado durante toda mi escolarización. Mirando al pasado, fácilmente puedo pensar en los profesores a los que me gustaría parecerme y a los que no.

En cuanto a mi formación posterior, me licencié en Biología por la Universitat Pompeu Fabra el año 2010 y me especialicé en Investigación Biomédica. En paralelo, obtuve el título propio de la universidad en Biología humana. Durante mis estudios universitarios tuve la oportunidad de realizar seis meses de trabajo práctico en Amberes, Bélgica. A continuación, realicé en la Universitat de Barcelona un máster en Microbiología avanzada, especializándome en Microbiología sanitaria. Dicha titulación me permitió empezar la tesis doctoral en el Centro Nacional de Biotecnología (CSIC) en Madrid. En julio de 2016 me titulé como doctora. En ese momento ya tenía la intención de empezar el Máster de profesorado, con el objetivo de incrementar las salidas profesionales, teniendo en cuenta mi formación. Nunca había descartado la docencia como profesión,

pero mi generación fuimos la última que no pudimos realizar el CAP durante la licenciatura para posteriormente ser profesores.

○ *Contexto del centro*

Las actividades presentadas en este trabajo se han llevado a cabo durante el período de Practicum II y Practicum III (marzo – abril 2017) en el Instituto de Educación Secundaria Félix de Azara, en el barrio de las Delicias de Zaragoza. Según información ofrecida por el centro durante el período de Practicum I (diciembre 2016), la mayoría de familias de los alumnos son de clase media. El IES también se nutre de una gran proporción de familias inmigrantes, mayormente de origen subsahariano. Según el Plan de atención a la diversidad del centro, la mayoría de alumnos no presentan problemas de comportamiento y sus familias se preocupan por el proceso de aprendizaje de los alumnos.

Las actividades aquí presentadas están diseñadas para la materia Biología y Geología en el curso de tercero de la ESO, concretamente el grupo C. El grupo clase está formado por 26 alumnos (19 chicos y 7 chicas). El horario de la materia de Biología y Geología consta de dos periodos lectivos semanales de 50 minutos cada uno. Los martes el grupo se desdobra coordinado con la asignatura de Física y Química y se ubica en el laboratorio del departamento de Biología. El subgrupo que llamaré “A”, formado por la mitad de los alumnos, acude al laboratorio a segunda hora (de 9.25 a 10.15) justo antes del recreo y el subgrupo “B” acude a tercera hora (de 10.45 a 11.35), después del recreo. Destaco las diferencias entre los dos subgrupos porque de forma generalizada las sesiones tenían una dinámica más fluida con el subgrupo A, ya sea por el tipo de alumnos que por azar estaban en cada grupo, por el distinto horario u otras variables. Los viernes (a primera hora, de 8.30 a 9.20) está todo el grupo junto en su aula que consta, además del mobiliario presente en cualquier aula, con proyector y pizarra digital.

○ *Presentación del trabajo*

El trabajo aquí presentado consta de distintos apartados en los que se pretende poner de manifiesto los aprendizajes adquiridos a lo largo del Máster. En primer lugar se realiza una presentación tanto personal como del centro donde se realizaron los *Practicum*, como del trabajo en sí. Sigue un comentario crítico de dos de las asignaturas cursadas en el Máster. A continuación se describe la propuesta didáctica que fue parcialmente desarrollada durante el Practicum III, con su fundamentación teórica, discusión y evaluación. La memoria presentada finaliza con una opinión sobre como el Máster de Profesorado cursado ha influenciado el desarrollo de los Practicum II y III.

Aclaro de antemano, que cuando en el trabajo escribo “alumno/s”, “profesor/es” o “el/los docente/s” de forma genérica, me estoy refiriendo a “alumno/s y alumna/s”, a “profesor/es y profesor/as” y a “el/la/los/las docente/s”

II. Análisis crítico de dos asignaturas del Máster

En este apartado se realizará un análisis de dos de las asignaturas cursadas durante el Máster de Profesorado. Dicho Máster está organizado en dos cuatrimestres. Las asignaturas del primero de ellos, se centran en la parte de psicología y pedagogía. Solamente dos de las asignaturas son específicas de las especialidades de ciencias, mientras que las otras cuatro, están relacionadas con la psicología, pedagogía y organización de centros. El segundo cuatrimestre sí que es específico de la especialidad de Biología y Geología, exceptuando la asignatura de libre elección.

Personalmente opino que la asignatura más útil y relevante del Máster es el Practicum II y III. Durante esta asignatura es en el momento en el que la realidad sobrepasa la teoría aprendida en el aula durante las otras asignaturas del Máster. En ese momento me di cuenta de que aunque es necesario el aprendizaje de la teoría tanto desde el punto de vista psicológico y pedagógico así como la parte específica relacionada con la didáctica de las ciencias experimentales, es mucho más necesario afrontar la docencia desde la realidad de un aula con sus alumnos, y sus momentos agradables y divertidos pero también caóticos, de improvisación y duros. Aun así, pienso que para este apartado del trabajo debo hacer un análisis crítico de dos de las asignaturas convencionales. Por ello, voy a comentar la asignatura de Diseño Curricular de Física y Química y Biología y Geología y la asignatura de Interacción y Convivencia en el Aula.

○ *Diseño curricular de Física y Química y Biología y Geología*

La asignatura “Diseño curricular” incluía alumnos de ambas especialidades: Física y Química y Biología y Geología. La profesora, asociada de la Universidad de Zaragoza es también profesora y Jefa de estudios del Instituto de Educación Secundaria Goya en Zaragoza.

La organización de la asignatura incluyó clases magistrales, junto con debates, actividades y presentaciones realizadas por los alumnos. Se trataron de forma objetiva las Competencias básicas, incluidas en el currículo de tanto la ESO como el Bachillerato, la transposición didáctica y la programación de una asignatura.

Uno de los objetivos de este apartado es analizar los motivos por los cuales la asignatura mencionada fue útil para mi formación y para el practicum realizado durante el segundo trimestre en el IES. Me gustaría destacar que el punto fuerte en cuanto a utilidad de esta asignatura fue la realización de una programación anual de una asignatura y curso de nuestra elección. Esta tarea representaba un porcentaje elevado tanto en la dedicación de horas como en la nota final de la asignatura.

Pienso que dicha actividad fue de mucha utilidad en cuanto a que es una actividad que responde a la realidad docente. Con ello me refiero que para cualquier oposición o para trabajar como docente en cualquier centro, debemos saber hacer una programación anual de las asignaturas que impartamos. Aunque según mi opinión, las indicaciones fueron a veces un poco ambiguas en algunos de los apartados, creo que el hecho de haber afrontado ya una vez a la escritura de la programación, me ayudará de forma muy significativa en el momento de tener que realizarla de forma oficial. Haber tenido la oportunidad de preguntar a una profesora sobre la elaboración de una programación, tiene un valor añadido ya que ella, que actualmente es profesora titular en un IES, de

primera mano tiene que realizar programaciones cada año, y que, además, ha evaluado programaciones en la celebración de oposiciones para profesores de secundaria.

Pienso que es importante que los futuros docentes nos nutramos de experiencias reales que viven en su propia piel profesores en activo, por ello, pienso que es importante que esta asignatura la de una profesora que actualmente también está en contacto directo con la educación secundaria y muy actualizada en cuanto a la legislación y política educativa.

Esta asignatura me ha sido de mucha utilidad para el desarrollo del practicum II y III, ya que tuve que basarme en los criterios de evaluación, estándares de aprendizaje evaluables y las competencias para diseñar la actividad que se propone en este trabajo. Además la elaboración de la programación como trabajo central de la asignatura de “Diseño curricular” para el cual yo escogí 3º de la ESO, me ha permitido conocer el currículo de educación secundaria de Aragón, documento que tuve que manejar para el diseño de las actividades desarrolladas durante el practicum y a posteriori para la elaboración de este Trabajo de Fin de Master.

Por estos motivos pienso que “Diseño curricular” es una asignatura esencial en el master. Aun así, pienso que algunos aspectos de la misma podrían mejorar. Por ejemplo, el hecho de ser casi sesenta alumnos, va en perjuicio de la profesora y de nosotros mismos ya que la atención que podemos recibir como alumnos, es mucho menor que en un grupo reducido. El siguiente aspecto, en mi opinión, a mejorar es el hecho de recibir un *feedback* sobre la programación que hemos elaborado cada uno de nosotros y una discusión general. Este segundo punto va íntimamente ligado al primero, teniendo en cuenta que éramos muchos alumnos.

○ *Interacción y convivencia en el Aula*

La asignatura “Interacción y convivencia en el Aula” estaba enmarcada en el primer cuatrimestre, cursada en paralelo con otras asignaturas de psicología y pedagogía. Las dos profesoras titulares de la Universidad de Zaragoza, dividieron la docencia en una parte de “Psicología del Desarrollo” y otra de “Psicología Social”. El grupo de esta asignatura estaba compuesto por alumnos de las especialidades de “Biología y Geología”, “Física y Química” y “Música y Danza”

En primer lugar me gustaría comentar que esta asignatura me parece esencial para la consecución de los objetivos del Máster. Durante toda mi formación académica en los distintos niveles, nunca había cursado una asignatura de estas características. Habiendo realizado una licenciatura de ciencias de la salud, llegué a cursar una asignatura de Psicobiología, pero el enfoque era definitivamente “biológico”. En relación con este punto, pienso que los futuros docentes necesitamos una extensa formación en psicología y pedagogía con el objetivo de que el enfoque pedagógico invada la práctica docente del profesor. Además, los docentes deben desarrollar una empatía constante con los alumnos que vaya más allá de la propia personalidad del profesor. Por lo tanto trabajar estos aspectos en algunas de las asignaturas del Máster y especialmente en “Interacción y convivencia en el aula” me parece imprescindible.

Hasta el momento de cursar esta asignatura, conceptos como “autoestima”, “autoconcepto”, “metacognición”, “identidad”... me parecían demasiado amplios, poco concretos y exentos de ejemplos en la vida diaria de un centro educativo. Durante el transcurso de la asignatura, pude ver que estos conceptos bien entendidos facilitan la

comunicación con otros docentes y el entendimiento de la psicología en la etapa adolescente, que es uno de los principales objetivos de la asignatura.

Otro aspecto que considero importante en esta asignatura, es el bloque de “La función del tutor”. En ella nos han dado consejos y nos han enseñado pautas en las que basarnos en el momento de tomar decisiones como futuros tutores. Para mi, creo que en el momento de ejercer la función de tutor, será importante al principio tener unos modelos a seguir. Probablemente con la experiencia de los años, esos principios básicos son actitudes inherentes al docente, pero durante los primeros cursos, pienso que dichos recursos pueden incrementar notablemente la confianza en uno mismo, facilitando así, la función del tutor.

La parte de la asignatura dedicada a la Psicología Social, me resultó muy sorprendente y atractiva. Aprender a observar el comportamiento de los distintos alumnos, identificar roles y estudiar el proceso de grupo, pienso que son herramientas necesarias, no solo para los profesores tutores sino para los profesores de las distintas asignaturas. Tener que lidiar con un grupo clase, no es banal y por ello, cuantas más estrategias y recursos tengamos los futuros docentes, más estructurada va a ser nuestra actuación en un momento determinado, o más profundo será el análisis que podamos hacer de un grupo.

Me pareció muy interesante también el bloque destinado a los estilos de liderazgo. Ya no en cuanto a los tipos de roles de líder que se pueden encontrar en los alumnos, sino el liderazgo que debe ejercer el profesor.

Valoro muy positivamente que a lo largo de los distintos bloques de la asignatura se nos ha proporcionado gran cantidad de bibliografía para ampliar el temario. Sobre todo en el bloque de las dinámicas de grupo ya que, por cuestiones de horarios, no pudimos realizar muchas de ellas. Por lo menos, tenemos la bibliografía seleccionada por la profesora para profundizar en ese aspecto.

Esta asignatura ha sido de gran utilidad durante la realización del practicum II y III. No tanto en la preparación de las actividades, si no en la convivencia del día a día con los alumnos. Aunque no he podido conocer muy profundamente a los alumnos del grupo, sí que he podido identificar que algunos de ellos, no mostraban interés por la materia y estaban claramente desmotivados. Otros alumnos tenían roles que ayudaban al funcionamiento del grupo. Gracias a la asignatura “Interacción y convivencia en el Aula” pude realizar un análisis del grupo (ver apartado “Como son los alumnos en 3º de la ESO”, página 7).

En resumen pienso que esta asignatura es muy necesaria para el desarrollo tanto del master como de una mejor función docente en el futuro. Personalmente, también me ha servido para entrar por primera vez en contacto con la psicología y la pedagogía. He perdido los prejuicios que tenía sobre estas materias, he dejado el escepticismo a un lado y el hecho de haber cursado estas materias me permitirá aprovechar muchos recursos hasta el momento desconocía.

III. Propuesta didáctica

○ *Título y nivel educativo*

La actividad presentada se titula “¿Cómo se comunican nuestras neuronas?”. La propuesta didáctica que se presenta en este trabajo fue parcialmente llevada a cabo durante el segundo trimestre del tercer curso de la ESO, aunque no se descarta que se pueda realizar en otro momento del curso. La actividad estará comprendida en la asignatura de Biología y Geología.

○ *Evaluación inicial*

Una evaluación inicial en el sentido amplio de la palabra puede incluir una prueba en la que se establezca el nivel de conocimiento de unos contenidos por parte de los alumnos. Sin embargo, como la experiencia educativa que se quiere plasmar en este trabajo ha sido la primera como docente por mi parte, he querido extender la “Evaluación inicial” a una explicación de las etapas tanto personales como del grupo, un estudio de los contenidos teóricamente ya aprendidos durante los cursos anteriores según el currículum, una aproximación a estudios donde se describen las ideas alternativas de los alumnos sobre el sistema nervioso y para terminar, describiré una pequeña actividad que fue la primera toma de contacto con los alumnos.

¿Cómo son los alumnos en tercero de la ESO?

Los alumnos del tercer curso de la ESO (14-15 años) se encuentran, según las etapas de la adolescencia descritas por Castillo (2009) en la adolescencia temprana en el caso de los chicos (13-15 años) y en adolescencia media en el caso de las chicas (13-16 años).

Durante las sesiones previas a mi experiencia docente asistí como observadora junto con el profesor titular al aula en las horas de Biología y Geología. Durante esas sesiones previas pude estudiar las actitudes del grupo y de algunos alumnos. En cuanto a características asociadas a la etapa adolescente, he podido observar distintos alumnos ejerciendo “conductas de falso yo” (Harter, 1999), ya sea para agrandar y ser aceptado como estrategia para explorar distintos roles. También identifiqué en algunos alumnos, problemas de autoestima que pueden llevar a problemas de falta de motivación

Respecto al grupo, éste se encontraba en mi opinión, en una etapa intermedia, fluctuante entre el establecimiento de normas, la resolución de conflictos y la eficiencia, según las etapas de grupo establecidas por Pallarés (1994).

De alguno de los alumnos, pude determinar los roles que ejercían durante las sesiones según la clasificación de Benne y Sehats (1948). Por ejemplo había algunos alumnos que ejercían un rol de seguidor/a y armonizador/a, en relación con el mantenimiento del grupo, es decir que facilitaban el avance de las sesiones. A su vez había alumnos en los que predominaban los roles individuales, buscando reconocimiento y bloqueando el desarrollo de las sesiones. Me gustaría destacar que los roles percibidos de muchos de los alumnos al principio de conocerles, no se parecían a lo que, realmente serían, después de haber estado en contacto con ellos durante algunas semanas.

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

En tercero de la ESO, es la primera vez durante la escolarización en la que el bloque de contenidos relacionados con el sistema nervioso se trata con profundidad. Las primeras veces que aparece en el currículum de primaria el sistema nervioso es tan pronto como en segundo curso de primaria (6-7 años). Y a partir de ese momento, durante todos los cursos de educación primaria aparece el sistema nervioso en los bloques de contenidos relacionados con el ser humano.

Como se puede ver en la tabla 1, correspondiente a la Orden ECD/850/2016, en los cursos 2º, 3º y 4º, los objetivos son identificar y localizar los órganos implicados en la función de relación que incluye el sistema nervioso simplemente desde el punto de vista anatómico. En 5º curso, además de identificar y localizar, los alumnos deben establecer relaciones entre los distintos aparatos y sistemas y la salud. Es en 5º también cuando se incluye dentro de los criterios de evaluación, el conocimiento de células y tejidos. En el último curso de educación primaria, los alumnos deberían poder describir las funciones vitales, incluida la función de relación. Sin embargo, según el Est.CN.2.2.2. se menciona explicar las funciones de los aparatos respiratorio, digestivo, locomotor, circulatorio y excretor pero no del sistema nervioso.

En el primer curso de la ESO, la asignatura de Biología y Geología no trata temas relacionados con la fisiología de vertebrados, con lo cual, no será hasta tercero de la ESO que los alumnos vuelvan a encontrarse con temario relacionado con el sistema nervioso, hecho que no sucedía desde sexto de primaria.

Ideas previas de los alumnos respecto al sistema nervioso

A día de hoy existen pocas publicaciones relacionadas con las ideas alternativas de los alumnos respecto al sistema nervioso. Personalmente creo que sería interesante profundizar en ese tema ya que en tercero de la ESO es la primera vez durante la escolarización, que uno de los objetivos del currículum es trabajarlo tanto anatómicamente como funcional y fisiológicamente. Además, para los alumnos que no cursen más asignaturas relacionadas con la biología ni en 4º de la ESO ni en Bachillerato, se volverá a incluir el sistema nervioso en sus currículums de los siguientes cursos de educación secundaria.

Existe un trabajo muy completo en el que se analiza la evolución del aprendizaje del sistema nervioso por parte de alumnos desde pre-escolar hasta 8º de EGB (Serrano Gisbert, 1993). Según este trabajo, para muchos alumnos de distintas etapas, el cerebro tiene una función solamente intelectual y lo relacionan con estados psicológicos. El sistema nervioso no es entendido como sistema, aunque en 3º de EGB los alumnos empiezan a entender la presencia de los nervios y a relacionarla con el cerebro y de forma muy simple con las funciones sensitivo-motoras (Serrano Gisbert, 1993). También se pone de manifiesto en este trabajo que algunos alumnos de 8-9 años, conocen la existencia de los nervios pero no saben localizarlos, y por ello los relacionan con el estado de nerviosismo (Serrano Gisbert, 1993).

Un aspecto que parece que dificulta la comprensión del sistema nervioso es la falta de analogías con otros sistemas que conocen con más profundidad.

Los resultados del trabajo de Serrano (1993) destacan que entre los alumnos de 7º y 8º de EGB, sigue habiéndolos que no relacionan los nervios con el cerebro. Incluso

algunos de ellos entienden la configuración del sistema nervioso independientemente del cerebro, es decir solo formado por nervios. Además, en el encéfalo, no distinguen estructuras con funciones diferenciadas.

Curso de primaria	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
2º	Crti.CN.2.1. Identificar y localizar algunos de los principales órganos implicados en la realización de las funciones vitales del cuerpo humano.	Est.CN.2.1.1. Identifica y localiza, con ayuda, algunos de los principales órganos implicados en la realización de las funciones vitales del cuerpo humano: relación (órganos de los sentidos, <u>sistema nervioso</u> , aparato locomotor...).
3º	Crti.CN.2.1. Identificar y localizar los principales órganos implicados en la realización de las funciones vitales del cuerpo humano.	Est.CN.2.1.1. Identifica y localiza los principales órganos implicados en la realización de las funciones vitales del cuerpo humano: relación (órganos de los sentidos, <u>sistema nervioso</u> , aparato locomotor) y nutrición (aparatos respiratorio, digestivo...).
4º	Crti.CN.2.1. Identificar y localizar los principales órganos implicados en la realización de las funciones vitales del cuerpo humano, estableciendo algunas relaciones fundamentales entre ellas y determinados hábitos de salud.	Est.CN.2.1.1. Identifica y localiza los principales órganos implicados en la realización de las funciones vitales del cuerpo humano: relación (órganos de los sentidos, <u>sistema nervioso</u> , aparato locomotor) y nutrición (aparatos circulatorio, excretor...).
5º	Crti.CN.2.1. Identificar y localizar los principales órganos implicados en la realización de las funciones vitales del cuerpo humano, estableciendo algunas relaciones fundamentales entre ellas y determinados hábitos de salud.	Est.CN.2.1.1. Identifica y localiza los principales órganos implicados en la realización de las funciones vitales del cuerpo humano: relación (órganos de los sentidos, <u>sistema nervioso</u> , aparato locomotor), nutrición (aparatos respiratorio, digestivo, circulatorio y excretor) estableciendo relaciones entre ellos y algunos hábitos de salud.
	Crti.CN.2.2. Conocer el funcionamiento del cuerpo humano: células, tejidos, órganos, aparatos, sistemas: su localización, forma y estructura	Est.CN.2.2.1. Identifica y describe algunas de las principales características de las funciones vitales del ser humano: <u>relación</u> , nutrición y reproducción Est.CN.2.2.2. Identifica algunas características del funcionamiento del cuerpo humano en cuanto a células, tejidos, órganos y aparatos; localizándolos e identificándolos según su forma, y estructura.
6º	Crti.CN.2.1. Identificar y localizar los principales órganos implicados en la realización de las funciones vitales del cuerpo humano, estableciendo algunas relaciones fundamentales entre ellas y determinados hábitos de salud.	Est.CN.2.1.1. Identifica y localiza los principales órganos implicados en la realización de las funciones vitales del cuerpo humano: relación (órganos de los sentidos, <u>sistema nervioso</u> , aparato locomotor), nutrición (aparatos respiratorio, digestivo, circulatorio y excretor) y reproducción (aparato reproductor).
	Crti.CN.2.2. Conocer el funcionamiento del cuerpo humano: células, tejidos, órganos, aparatos, sistemas: su localización, forma, estructura, funciones, cuidados, etc.	Est.CN.2.2.1. Identifica y describe las principales características de las funciones vitales del ser humano: relación, nutrición y reproducción. Est.CN.2.2.2. Identifica las principales características de los aparatos respiratorio, digestivo, locomotor, circulatorio y excretor y explica las principales funciones.

Tabla 1. Criterios de evaluación y Estándares de aprendizaje evaluables en el currículum de educación primaria en Aragón

En cuanto a la estructura celular del sistema nervioso, menciona Serrano (1993), que en la muestra estudiada, sólo un 20% de los alumnos identifica las neuronas como componente celular mayoritario del sistema nervioso y las integra en su funcionamiento. Personalmente pienso que en comparación con los otros órganos y sistemas integrados, en el sistema nervioso es necesario entender la base celular del funcionamiento del mismo. Si se compara con, por ejemplo el sistema circulatorio, en éste no hace falta entender el funcionamiento de los cardiomiocitos o el endotelio; en el aparato respiratorio no se destacan en el proceso de enseñanza las células epiteliales que forman la tráquea; o en el caso del aparato digestivo, las que recubren el intestino. En estos casos, es posible comprender el funcionamiento del aparato o sistema, sin entender el funcionamiento a nivel celular. Sin embargo, en el caso del sistema nervioso, es necesario entender el mecanismo de comunicación celular (de forma muy básica) y la transmisión del impulso a lo largo de la membrana plasmática para comprender el funcionamiento básico del sistema nervioso. En relación a este aspecto Serrano (1993) menciona en su

trabajo que parte de los alumnos de 7º y 8º de EGB (cursos en los que los alumnos tienen edades equivalentes a 1º y 2º de la ESO, respectivamente) describen los nervios como tubos por donde se manda la información. En estos comentarios se observa claramente la analogía con los vasos sanguíneos del sistema circulatorio y se pone de manifiesto la desconexión entre las neuronas como células del sistema nervioso y los nervios (Serrano Gisbert, 1993).

Otro punto importante en el trabajo de Serrano (1993) es la reflexión del efecto de la enseñanza sobre la modificación o no de las ideas previas de los alumnos sobre el sistema nervioso. La conclusión es que los alumnos de la muestra estudiada, mejoran, después de la enseñanza, la descripción morfológica del sistema nervioso, sin embargo, sólo modifican ligeramente sus ideas respecto al funcionamiento del mismo. Parece que los alumnos tienen dificultades en explicar la función del sistema nervioso sin recurrir al “trasvase de sustancias” como ocurre con otros aparatos y sistemas. En este aspecto queda patente la necesidad, por parte de los alumnos, de buscar analogías con otros sistemas aprendidos anteriormente.

En cuanto a las funciones que le atribuyen al sistema nervioso los alumnos de 7º y 8º de EGB de la muestra estudiada, un 35% le atribuye una función específica como pueden ser el movimiento o el dolor, mientras que el resto de ellos, le asigna una tarea de “funcionamiento del cuerpo” de forma excesivamente general (Serrano Gisbert, 1993).

Evaluación inicial: el primer contacto

No realicé una evaluación inicial entendida como una determinación de los conocimientos de los alumnos porque en un primer momento pensé que era la primera vez que veían el sistema nervioso con cierta profundidad. Para la entender la estructura de las neuronas, sí que pretendí que fueran los propios alumnos que indicaran las partes de las células que habían aprendido hasta ese momento, para mostrarles que las neuronas son otro tipo de célula pero que comparten muchas características con las células que habían aprendido anteriormente. Sin embargo, según las observaciones de Serrano (1993) y de la organización curricular de los aspectos relacionados con el sistema nervioso, hubiera sido interesante realizar una evaluación inicial donde se recogiera de forma general los conocimientos de los alumnos antes de empezar las sesiones dedicadas a este tema.

IV. Actividades

○ *Contexto*

La actividad aquí descrita fue diseñada para los alumnos de tercero de la ESO del IES Félix de Azara, concretamente para el grupo C de dicho curso. El grupo es bastante heterogéneo en cuanto a personalidad de los alumnos. Hay alumnos que muestran bastante interés en la materia, realizan preguntas a lo largo de las sesiones, más que para resolver dudas, para satisfacer curiosidades. Otros alumnos parecen mostrar desinterés en, no solo la asignatura de Biología y Geología sino en todas las demás. De forma general, las calificaciones de este grupo no son demasiado elevadas, habiendo incluso alumnos que su promoción a 4º de la ESO es dudosa, por la gran proporción de asignaturas suspendidas en la segunda evaluación.

Desconozco los motivos y/o criterios por los cuales el equipo directivo del IES formó el grupo con estos alumnos en concreto.

El funcionamiento de las clases con el profesor titular de la asignatura implica mucha participación tanto en clase como desde casa a través de la plataforma Moodle. Allí tienen los apuntes de la asignatura y actividades para ir realizando a lo largo del desarrollo de la teoría en las sesiones.

○ *Participantes*

El grupo está compuesto por 26 alumnos (19 chicos y 7 chicas). La actividad que se refleja en esta memoria se planteó para las sesiones de los martes, que el grupo estaba desdoblado, y por lo tanto sólo la mitad del grupo estaba en el aula (ver en la Introducción el apartado Contexto de centro).

El ambiente que se formaba durante las sesiones con el primer grupo, formado por 13 alumnos, permitía una interacción más fluida con los alumnos. Por lo contrario, las sesiones con el segundo grupo se desarrollaban de forma más desorganizada, y era más difícil mantener la atención de los alumnos.

○ *Objetivos*

Parte de la actividad científica consiste en la construcción y validación de modelos (Justi y Gilbert, 2002), aspecto que, a nivel de ciencia escolar se pretende reproducir en esta actividad.

El objetivo principal: crear un modelo de ciencia escolar en la que se representen las conexiones neuronales que ocurren en distintas situaciones cotidianas. Este objetivo principal puede desglosarse en distintos objetivos parciales que, servirán, en la evaluación de la actividad para analizar su consecución separadamente. Los objetivos parciales de la actividad y las competencias (especificadas en la Orden ECD/65/2015) que se desarrollan en paralelo con cada uno de ellos son:

- interpretación y clasificación de un acto voluntario y un acto reflejo (CMCT)
- identificación del material entregado y utilización de vocabulario específico para describirlo (CMCT y CCL)

- utilización correcta del material cedido a los alumnos para la realización de la actividad de modo que les permita representar los conceptos necesarios (CMCT)
- especificación de la dirección del impulso nervioso de forma correcta (CMCT)
- ubicar correctamente los neurotransmisores en las sinapsis (CMCT)
- identificar la sinapsis y el papel de los neurotransmisores como responsables de la interacción entre dos neuronas (CMCT)
- utilización de vocabulario específico a la hora de describir el circuito neuronal (CMCT y CCL)

Un objetivo tangencial: elaborar un vídeo donde expliquen el circuito neuronal generado. Un objetivo secundario de la actividad es la forma de presentar la misma. Los alumnos deben grabar un vídeo donde expliquen el circuito neuronal generado con el material cedido. Para ello también se han establecido unos objetivos parciales:

- utilización correcta de los ordenadores del aula (CD)
- participación de todos los alumnos de cada grupo en la elaboración del vídeo (CD y CSC)

○ **Descripción de la actividad**

Temporalización

La actividad está diseñada para ser llevada a cabo en el momento del curso que se esté trabajando el sistema nervioso. Está prevista para que dure tres sesiones, con la posibilidad de utilizar sólo dos periodos lectivos y que los alumnos terminen la actividad por su cuenta. La actividad aquí presentada no se llevó a cabo en su totalidad durante el Practicum II-III por falta de tiempo.

El tiempo se organiza de la siguiente manera (en el apartado “Desarrollo de la actividad” se especifica cada parte de la actividad):

Sesión 1

- Minutos 0-5: visualización de vídeo escogido por el profesor en el que se observen actos o bien voluntarios o bien reflejos. Lo visualiza todo el grupo completo.
- Minutos 5-10: discusión por grupos sobre el tipo de acto (voluntario o reflejo)
- Minutos 10-50: trabajo autónomo de los grupos para:
 - Crear el circuito neuronal
 - Escribir el guión
 - Grabar el vídeo sobre el circuito neuronal que habrán realizado con el material facilitado

Sesión 2

- Minutos 0-5: visualización de vídeo escogido por el profesor en el que se observen actos o bien voluntarios o bien reflejos. Lo visualiza todo el grupo completo.
- Minutos 5-10: discusión por grupos sobre el tipo de acto (voluntario o reflejo)
- Minutos 10-50: trabajo autónomo de los grupos para:
 - Crear el circuito neuronal
 - Escribir el guión

- Grabar el vídeo sobre el circuito neuronal que habrán realizado con el material facilitado

Sesión 3

- Visualización de los vídeos del resto de grupos
- Autoevaluación
- Coevaluación

Material necesario

El material necesario para la realización de la actividad es:

- Representaciones en distintos materiales (en el caso del Practicum utilicé goma eva) de:
 - Neuronas (en el Practicum se usaron 6 por grupo)
 - Encéfalo
 - Médula espinal
 - Músculo
 - Neurotransmisores
- Sistema de grabación de vídeo (en el caso del Practicum se utilizaron tanto teléfonos móviles como los mini portátiles disponibles)
- Aula dotada de proyector
- Selección de vídeos donde estén representados actos voluntarios y reflejos
- Diapositiva de “Conceptos clave” (Ver anexo 1)
- Rúbrica de evaluación (Ver anexo 2)

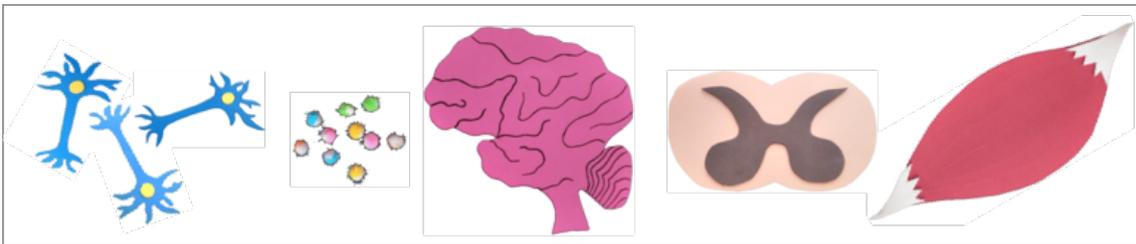


Figura 2. Material de Goma Eva utilizado para la realización de la actividad

Organización del espacio

Los alumnos están distribuidos por grupos de 3 o 4 personas alrededor de una mesa y con la posibilidad de observar durante un tiempo determinado los vídeos que se proyectarán. En la mesa del grupo es donde se exhiban los modelos de redes neuronales elaborados por los alumnos

Desarrollo de la actividad

Los vídeos que se utilizan durante los primeros cinco minutos de cada sesión permiten observar algunos actos voluntarios donde se evidencian estímulos y sus respectivas respuestas o bien algunos actos reflejos en los que también se distingue el estímulo-respuesta.

Después de la visualización del vídeo, se dejarán otros 5 minutos para que los grupos de trabajo discutan sobre qué acto querrán trabajar y decidir si es voluntario o reflejo y el porqué.

A continuación deben empezar a organizar el material (neuronas, encéfalo, médula espinal, neurotransmisores y músculo) para que el circuito que diseñen sea el que ocurre en el sistema nervioso del protagonista del vídeo mostrado, en el que se ha observado un acto voluntario o reflejo. Cuando hayan creado el circuito, discutiendo entre los miembros del grupo para llegar a la mejor opción, deben escribir un pequeño guion que describa el circuito neuronal diseñado. En el texto deben incluir el máximo número de palabras de una lista que se estará proyectando durante la sesión (ver la diapositiva proyectada durante la actividad en el anexo 1). Evidentemente, las palabras que incluyan deben tener sentido y estar bien empleadas. Ya para finalizar la actividad deben grabar un vídeo donde se pueda observar el circuito neuronal que han diseñado mientras los alumnos van explicando, siguiendo el guion, el cómo y el porqué de la ubicación de las distintas células y estructuras para explicar el acto voluntario o reflejo del vídeo inicial.

Cuando consigan la versión (toma) definitiva del vídeo, lo podrán subir los alumnos mismos al Moodle para que el profesor tenga acceso a él y pueda utilizarlo como actividad evaluable.

El hecho de que la actividad esté dividida en tres días es para que uno de ellos, representen un acto voluntario y el otro día un acto reflejo y el tercero para la evaluación en sus distintas formas, de la actividad.

- **Contenidos: conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes**

La propuesta didáctica aquí explicada queda enmarcada dentro de la unidad didáctica de “Sistema nervioso y aparato endocrino”, que se ubica en el Bloque 4 de contenidos “Las personas y la salud. Promoción de la salud” especificado en el RD1105 2014. De entre los objetivos que incluye este bloque, con la actividad diseñada se trabajará “La coordinación y el sistema nervioso” y “Organización y función”. El criterio de evaluación al cual hace referencia la actividad es el “Crit.BG.4.18” que consiste en “Explicar la misión integradora del sistema nervioso ante diferentes estímulos, describir su funcionamiento”.

Debido al funcionamiento de la actividad realizada también se trabajan contenidos del Bloque 1 llamado “Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica”. Es el criterio “Crit.BG.1.1. Utilizar adecuadamente el vocabulario científico en un contexto preciso y adecuado a su nivel” el que se desarrolla a lo largo de la actividad”.

En cuanto a las competencias especificadas en la Orden ECD/65/2015, durante la actividad, pese a no ser una actividad transversal, incluye requerimientos para los cuales se necesita desarrollar varias de las competencias. Por ejemplo, en cuanto a la competencia de “Comunicación lingüística” los alumnos deberán utilizar vocabulario específico y expresarse oralmente de forma correcta durante la realización del vídeo. Respecto a la “Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología”, la relación es clara ya que los contenidos de la actividad son puramente científicos. Si nos fijamos en el desarrollo de la “Competencia digital” lo relacionamos con la elaboración del vídeo por parte de los alumnos. En cuanto a la competencia “Aprender a aprender”, observamos que los alumnos tienen que reflexionar sobre la información que poseen y la que necesitan sobre los contenidos y deberán saber aplicar la información que tienen para resolver la cuestión. Además, al ser una actividad en grupos, donde cada uno deberá aportar conocimiento y es necesario llegar a acuerdos

tanto en la organización del material para generar el circuito neuronal como para las grabaciones, se desarrollarán las “Competencias sociales y cívicas”.

○ ***Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje e indicadores de logro***

Los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje están especificados por la Orden ECD/65/2015, 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 y se reúnen en la siguiente tabla.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPE-TENCIAS CLAVE	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Crit.BG.1.1. Utilizar adecuadamente el vocabulario científico en un contexto preciso y adecuado a su nivel.	CMCT	Est.BG.1.1.1. Identifica los términos más frecuentes del vocabulario científico, expresándose de forma correcta tanto oralmente como por escrito.
Crit.BG.4.18. Explicar la misión integradora del sistema nervioso ante diferentes estímulos, describir su funcionamiento.	CMCT	Est.BG.4.18.1. Identifica algunas enfermedades comunes del sistema nervioso, relacionándolas con sus causas, factores de riesgo y su prevención.

Tabla 2. *Criterios de evaluación y Estándares de aprendizaje evaluables en el currículum del tercer curso de la ESO en la asignatura Biología y Geología*

En relación a los indicadores de logro, se han determinado a partir de los Criterios de Evaluación ya que en mi opinión, los Estándares de Aprendizaje Evaluables en la Orden ECD/489/2016 se relacionan con unos Criterios de Evaluación que no se corresponden. Es decir, que los estándares de aprendizaje evaluables no reflejan los contenidos incluidos en los Criterios de evaluación con los que aparentemente deberían estar relacionados.

Los indicadores de logro han establecido los ítems para evaluar la actividad mediante una rúbrica que incluye los siguientes puntos:

- Utilización correcta del material
- Interpretación del caso mostrado en los vídeos
- Determinar una dirección correcta del impulso nervioso
- Ubicar correctamente los neurotransmisores
- Especificar el papel de los neurotransmisores en la sinapsis
- Utilización del vocabulario específico correctamente durante la grabación del video.

Para cada punto, se han determinado cuatro grados de consecución de los indicadores de logro. La rúbrica utilizada para evaluar parte de esta actividad se encuentra en el anexo 2.

- ***Metodología utilizada***

La metodología en la que se basa la actividad presentada es la modelización o creación de modelos de ciencia escolar. La metodología utilizada se podría clasificar en “Algo centrada en el alumno” según Blanchard y colaboradores (2009), ya que aunque los alumnos no experimentan, sí que hacen predicciones y aprenden contenidos a lo largo de la actividad. Según la clasificación publicada por Mayoraga y Madrid (2010), se podría clasificar la actividad entera como una metodología centrada en los procesos de aplicación. En ella se parte de una situación o problema el cual es el núcleo de la actividad, y es sobre él donde se centran las aportaciones de los alumnos.

Según los datos obtenidos por Chacón y colaboradores (2015) se observa una concepción errónea de algunos aspectos de los aprendizajes sobre el sistema nervioso en estudiantes de secundaria. Describen que los alumnos entre 13 y 17 años no distinguen la organización de la función en el sistema nervioso y identifican el cerebro como un todo en este sistema sin considerar la importancia de otras estructuras o subestructuras del mismo para la realización de funciones determinadas (Chacón, 2015). Viendo que los alumnos tienen ciertas dificultades en estos aspectos, se ha diseñado esta actividad para conseguir un aprendizaje significativo del funcionamiento general del sistema nervioso.

En esta actividad se va a realizar una modelización, y para ello se necesita recuperar las ideas claves de la teoría y con el modelo explicar fenómenos particulares. En la creación del modelo los alumnos necesitan una actitud activa ya que son ellos mismos los creadores y los generadores de las posteriores explicaciones (Gómez Galindo, 2013). Una de las ventajas de trabajar con modelos es la detección de los obstáculos que existen entre la creación de los modelos mentales a la ejecución de los modelos materiales. Permiten observar al profesor como está el modelo representado en la mente del estudiante y los problemas que tenga para llevarlo a cabo, se deberán solucionar mediante la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje (Tamayo Alzate, 2013). El hecho de detectar los errores conceptuales en el proceso de modelización puede colaborar en la generación de aprendizaje significativo (Tovar-Gálvez, 2008).

Según Chamizo (2010), los modelos se pueden describir teniendo en cuenta tres variables. En el caso de la actividad aquí descrita, se trataría de un modelo material, que son los modelos mentales expresados a través de distintos recursos. Si nos fijamos en el contexto, la actividad se trata de un modelo didáctico ya que ha requerido una transposición didáctica y por ello no son modelos científicos. Si clasificamos el modelo de acuerdo a “Qué” estamos modelando, se trataría de un modelo de un fenómeno (algo que sucede) o incluso un sistema (ya que se ponen en conexión distintas partes del sistema nervioso).

Un aspecto clave en la modelización es que el alumno se da cuenta de lo que sabe y de lo que necesitaría saber para la realización del modelo demandado, por lo tanto es una actividad en la que la metacognición entra en juego (Rentería Rodríguez, 2009) favoreciendo que el aprendizaje sea significativo (Osses Bustingorry y Jaramillo Mora, 2008).

En conclusión, la elaboración de los modelos propuestos en esta actividad abarcarán todas las dimensiones del conocimiento (Anderson y Krathwohl, 2001). Se requiere conocimiento factual y conceptual ya que para comunicarse correctamente, los estudiantes necesitarán conocer la terminología necesaria así como clasificar las acciones en las diferentes estructuras del modelo. Además también se requiere

conocimiento de procedimiento ya que los alumnos deberán analizar las distintas acciones y concluir los circuitos neuronales que ocurren en cada una de ellas basándose en sus conocimientos. Y por último, como he comentado en el párrafo anterior, tanto en la creación del modelo *per se* como en la posterior reflexión, se requiere por parte de los alumnos el desarrollo de conocimiento metacognitivo.

En cuanto a la entrega de un vídeo como producción final de los alumnos, estudios anteriores (Juncà Salvia, 2011; Santaulària Rosell, 2012) describen que es motivador para ellos. Además, como todos los miembros del grupo deben aparecer en el documento, les obliga a implicarse en el trabajo, favoreciendo un aprendizaje activo (Juncà Salvia, 2011). Además, el hecho de entregar un material que se puede analizar varias veces, facilita la evaluación de la actividad.

V. Evaluación final

Esta actividad está planificada para ser evaluada mediante distintos instrumentos. Tal y como se establece la Orden del 26 de noviembre de 2007, en su artículo 3, la evaluación debe ser continua y los instrumentos de evaluación deben ser diversos para constatar los progresos de los alumnos. Sanmartí (2007) destaca la necesidad de llevar a cabo una correcta evaluación para que ésta sea un método de aprendizaje.

La evaluación de la actividad diseñada consta de cuatro partes ya que parte de la calificación de la actividad depende en primer lugar de la evaluación que haga el profesor, en segundo lugar, la evaluación que hagan los compañeros de los otros grupos durante la proyección del vídeo y también una autoevaluación respecto al propio trabajo y al trabajo del grupo. Ésta última se divide en dos partes: (1) autoevaluación de la primera sesión y (2) autoevaluación final. La última parte de la evaluación de la actividad estará incluida en una prueba escrita final donde se pretende que los alumnos apliquen lo aprendido durante las sesiones anteriores para desarrollar un modelo de circuito neuronal que representa otra acción cotidiana.

La autoevaluación en grupo, como se ha comentado en el párrafo anterior, se divide en dos partes. La primera de ellas tiene una función formativa ya que se lleva a cabo después de la grabación del primer vídeo, pero antes de la grabación del segundo. Es de carácter grupal ya que la realizan todos los miembros del grupo en conjunto. Las pautas para realización de esta fase de autoevaluación se pueden encontrar en el anexo 3. Las preguntas para guiar la autoevaluación en grupo sirven para detectar posibles errores en la elaboración del vídeo durante la primera sesión y de ese modo evitar que se repitan en la segunda. Por lo tanto, esa parte de la evaluación tiene carácter formativo. La siguiente autoevaluación se realiza después de haber visualizado los vídeos de todos los compañeros y es de carácter individual incluyendo preguntas en las que se tienen en cuenta habilidades y actitudes (participación, predisposición a la participación, actitud, resolución de conflictos...). También se incluye una breve encuesta sobre la participación propia y de los compañeros. En ella, los alumnos deben determinar el porcentaje de participación propio y del resto de miembros del grupo. Finalmente, hay una breve pregunta sobre la elaboración del circuito en sí (conocimientos) en la que el alumno puede, de manera individual, expresar si está de acuerdo o no con los resultados obtenidos en el trabajo en grupo. El esquema de la autoevaluación individual se encuentra en el anexo 4.

Otro aspecto que evaluarán los propios alumnos serán los trabajos realizados de los otros grupos. Esta parte está planeada para llevarse a cabo durante la visualización de los vídeos de los compañeros durante la tercera sesión. Se les facilitará a los estudiantes una rúbrica (anexo 5) para que la completen después de visualizar las producciones de los compañeros. El objetivo principal de la coevaluación es que presten atención a los vídeos de los compañeros, además de tener la oportunidad de reflexionar sobre el propio trabajo en base a la observación del de los demás.

Por parte del profesor se analizan las producciones de los alumnos mediante una rúbrica que se puede encontrar en el anexo 2. En ella se reflejan la evaluación de los contenidos. Ésta se lleva a cabo al terminar la actividad, cuando se hayan entregado los dos vídeos. De esta manera el profesor tiene la opción de visualizar cuantas veces sean necesarias las producciones de los alumnos para realizar una evaluación más precisa y detallada.

Durante las distintas sesiones del practicum realicé preguntas dirigidas a todo el grupo para que fueran contestadas en voz alta. Las respuestas a estas preguntas tenían que servirme para evaluar el progreso de los alumnos. Por lo tanto, se trataba de evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la actividad realizada. Estas preguntas no formaban parte de la calificación de la actividad. Según la clasificación de Roca y colaboradores (2014), las preguntas relacionadas con la actividad presentada son “Preguntas de explicación causal, comprobación y predicción. En este tipo de preguntas, los alumnos tienen que relacionar parte del conocimiento teórico y con la actividad realizada sobre circuitos neuronales para resolverla. Algunos ejemplos de esta clase de preguntas fueron “¿Cómo pensáis que se podría acelerar el circuito?” o “¿Cómo pensáis que se podría detener el circuito?” después de la actividad de “redes neuronales”.

Una parte independiente de la evaluación de estos contenidos es una pregunta que se formula en la prueba escrita realizada al final del tema. Con ella se pretende que los alumnos apliquen lo aprendido durante la actividad a otras situaciones cotidianas. En ella se muestra una imagen donde el alumno debe deducir el tipo de movimiento y esquematizar el circuito neuronal que creen que está ocurriendo en esa situación. La realización de una prueba escrita pretende ampliar el abanico de actividades evaluables y así diversificar los instrumentos de evaluación. El objetivo principal de la prueba fue poner de manifiesto los contenidos que habían aprendido y detectar deficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Como he comentado anteriormente, esta actividad fue parcialmente llevada a cabo durante el Practicum II-III. Concretamente se realizó la sesión 1 (ver apartado “Temporalización”) y se incluyó también una pregunta en la prueba escrita al final del tema.

Las calificaciones obtenidas por los alumnos en ambas actividades se detallan a continuación.

Según las calificaciones obtenidas en la actividad mediante la rúbrica de evaluación (anexo 6) se puede observar que el aprendizaje ha sido menos satisfactorio en cuanto a la localización de los neurotransmisores. La mayoría de grupos no los mencionan en el vídeo incluso algún grupo los localiza a lo largo del axón de las neuronas. En este aspecto queda claro que falta mejorar el proceso de enseñanza para que los alumnos consigan diferenciar los neurotransmisores del impulso eléctrico que recorre el axón.

En cuanto a la pregunta de la prueba escrita, cabe destacar que tuve un gran error en la redacción de las preguntas. Éstas no eran concretas y producían confusión en los alumnos que no sabían cómo tenían que responder. Por lo tanto no considero relevantes las calificaciones obtenidas por los alumnos con las respuestas a esas preguntas. Las preguntas con sus comentarios se pueden ver en el anexo 7.

VI. Criterios de calificación

La calificación de la actividad descrita en este trabajo se engloba en la calificación de toda la unidad didáctica. En el caso del Practicum II y III no pude llevar a cabo toda la actividad completa, tal y como está descrita en el apartado “Descripción de la actividad” ya que no dispuse del tiempo suficiente (ver apartado VII. “Evaluación de la propuesta didáctica y propuesta de mejora”).

En la totalidad de la unidad didáctica, los criterios de calificación fueron los siguientes:

- 25%: preguntas contestadas por los alumnos a través de la plataforma Moodle al finalizar algunas de las sesiones
- 25%: actividad de circuitos neuronales *¿Cómo se comunican nuestras neuronas?*
- 25%: actividad de enfermedades del sistema nervioso
- 25%: prueba escrita final (incluyendo una pregunta con un peso del 20% de la actividad realizada sobre circuitos neuronales, representando un 5% de la calificación global de la unidad didáctica)

En el diseño inicial, el 25% correspondiente a la actividad descrita en los anteriores apartados, se pretendía que se dividiera de la siguiente forma:

- 10%: autoevaluación en grupo (anexo 3) → 2,5% de la calificación global de la unidad didáctica
- 10%: autoevaluación individual (anexo 4) → 2,5% de la calificación global de la unidad didáctica
- 10%: co-evaluación (anexo 5) → 2,5% de la calificación global de la unidad didáctica
- 70%: evaluación por parte del docente (anexo 2) → 17,5% de la calificación global de la unidad didáctica

VII. Evaluación de la propuesta didáctica y propuesta de mejora

Evaluación de la propuesta didáctica

En el caso del Practicum II-III sólo pude realizar la parte de la actividad por falta de tiempo y llevé a cabo una versión preliminar de la misma. Durante uno de los periodos lectivos introduje los distintos tipos de movimientos realizados por el músculo esquelético (movimientos voluntarios y actos reflejos), visualizamos un vídeo donde quedaba claro el acto voluntario, realizaron los circuitos neuronales correspondientes al movimiento en cuestión y grabaron los vídeos.

En el vídeo utilizado, un señor observaba un vaso de agua y lo cogía para beberlo. En este ejemplo de acto voluntario, el estímulo es visual, se procesa la información en el cerebro y a continuación, tiene que haber un impulso nervioso que descendiendo por la médula espinal, llega al músculo para que éste se mueva y coja el vaso. Posteriormente a la visualización del vídeo, el tiempo de discusión sobre la voluntariedad o no del proceso se hizo entre todo el grupo (13 alumnos ya que era hora con desdoble) junto conmigo, en vez de realizarlo por los grupos de trabajo formados por 2-3 alumnos. A continuación, se repartió un “kit” a cada grupo con el material de Goma Eva definido en “Material necesario”. Tuvieron facilidad de reconocer las estructuras excepto el músculo (ya que todavía no habían trabajado el aparato locomotor).

Durante la construcción del modelo de circuito neuronal observé cierta confusión en cuanto a algunos aspectos:

- La dirección de las neuronas en relación al impulso nervioso. Aunque en la sesión anterior había recalado que la dirección del impulso va de las dendritas al axón, varios grupos localizaron las neuronas en el sentido contrario aunque después de preguntarles, durante la realización de la actividad, sobre si habían reflexionado sobre la dirección de las neuronas, todos los grupos que en un principio no habían colocado correctamente las neuronas, rectificaron
- La localización de los neurotransmisores. Varios grupos localizaron los neurotransmisores a lo largo del axón de las neuronas en vez de localizarlos o bien en la parte terminal del axón, o bien en la brecha sináptica
- Varios grupos ni siquiera mencionan los neurotransmisores durante el vídeo grabado pese a, en primer lugar, tenerlos localizados en el modelo de circuito neuronal además de aparecer el concepto en la diapositiva con las “palabras clave” continuamente proyectada
- Como el estímulo mostrado en el vídeo era visual, les desorientó que dentro del material contenido en el “kit” proporcionado no hubiera un ojo. En ese aspecto, varios grupos utilizaron materiales varios del laboratorio o incluso realizados por ellos para representar un ojo en el circuito neuronal

El proceso de grabación de los vídeos no supuso problema ya que se disponía de los mini portátiles en el laboratorio con cámara integrada. Alternativamente podían utilizar su teléfono móvil pero ningún alumno se decidió a usarlo. Algunos de los vídeos los grabé yo misma con mi teléfono. Los vídeos quedaron almacenados en los mini portátiles (alternativamente, en mi teléfono) con lo que los guardé en una memoria externa para poder visualizarlos y evaluarlos en otro momento.

Para la evaluación de la actividad utilicé la rúbrica que se encuentra en el anexo 2.

Personalmente pienso que esta actividad es enriquecedora para los alumnos. Al ser una actividad manipulativa, tienen que utilizar los conceptos clave a la hora tanto de montar el modelo de circuito neuronal como a la hora de grabar el vídeo. Por ello creo que es una forma fácil de incorporar las ideas de un circuito neuronal de una forma práctica. Además el hecho de tener que grabar un vídeo y ser los mismos alumnos los que describan el circuito que representa un movimiento concreto, supone hacer el esfuerzo en primer lugar de estructurar las ideas y luego de comunicarlas correctamente durante la grabación, utilizando el lenguaje científico aprendido.

Evidencias en las sesiones posteriores dieron a entender que los alumnos habían interiorizado los conceptos y procesos que eran objetivo la actividad. Algunas de las evidencias fueron por ejemplo, que varios alumnos podían poner ejemplos de otros procesos de estímulo-respuesta y relacionarlos con el circuito neuronal necesario para que tuviera lugar o a las preguntas planteadas en la sesión posterior a la realización de los vídeos como por ejemplo “¿cómo acelerarías el circuito neuronal?” o “¿Cómo lo bloquearías?”. También lo demostraron varios alumnos en la prueba escrita realizada.

La mayoría de las evidencias, fueron preguntas y discusión en voz alta. Como no todos los alumnos respondieron las evidencias de aprendizaje no se pueden generalizar a todo el grupo. En un futuro pienso que se podría hacer una técnica 1:2:4 (Fragueiro Barreiro, Muñoz Prieto y Soto Fernández, 2012). En ella se plantea una pregunta y, en un primer momento, cada alumno la contesta por si solo, a continuación se juntan los alumnos en grupos de dos y comparan y discuten las respuestas y posteriormente, se juntan dos grupos de dos alumnos, y los cuatro comparan y discuten las respuestas otra vez. Al final, cada grupo de cuatro alumnos debe terminar con una respuesta única que es la que se pone en común con todo el grupo.

Al finalizar el período de prácticas realicé una encuesta (Figura 3) a los alumnos con el objetivo de entender como percibían los alumnos las distintas actividades realizadas.

Ordena las siguientes actividades:

- A) Actividad de conceptos previos usando Mentimeter (nube de palabras)
- B) Clases “normales” con la presentación de diapositivas sobre el sistema nervioso
- C) Clases “normales” con la presentación de diapositivas sobre el aparato endocrino
- D) Actividad de grabar los vídeos explicando el circuito neuronal
- E) Actividad del tiempo de reacción
- F) Primera parte de la actividad de las enfermedades del sistema nervioso (búsqueda de información y responder a las preguntas)
- G) Segunda parte de la actividad de las enfermedades del sistema nervioso (puesta en común de la información encontrada por cada pareja y rellenar la tabla)
- H) Actividades del moodle
- I) Estudio individual en casa

Según...

- Te hayas sentido más o menos cómodo/a

Más cómodo/a												Menos cómodo/a
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------------

- Consideres que has aprendido más o menos

He aprendido más												He aprendido menos
------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------------

- Consideres que lo que has aprendido se acerca más o menos a tus intereses

Se acerca a mis intereses												Está muy lejos de mis intereses
---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------------------

Figura 3. Parte de la encuesta realizada

Parte de los resultados de esta encuesta se muestran a continuación (Figura 4).

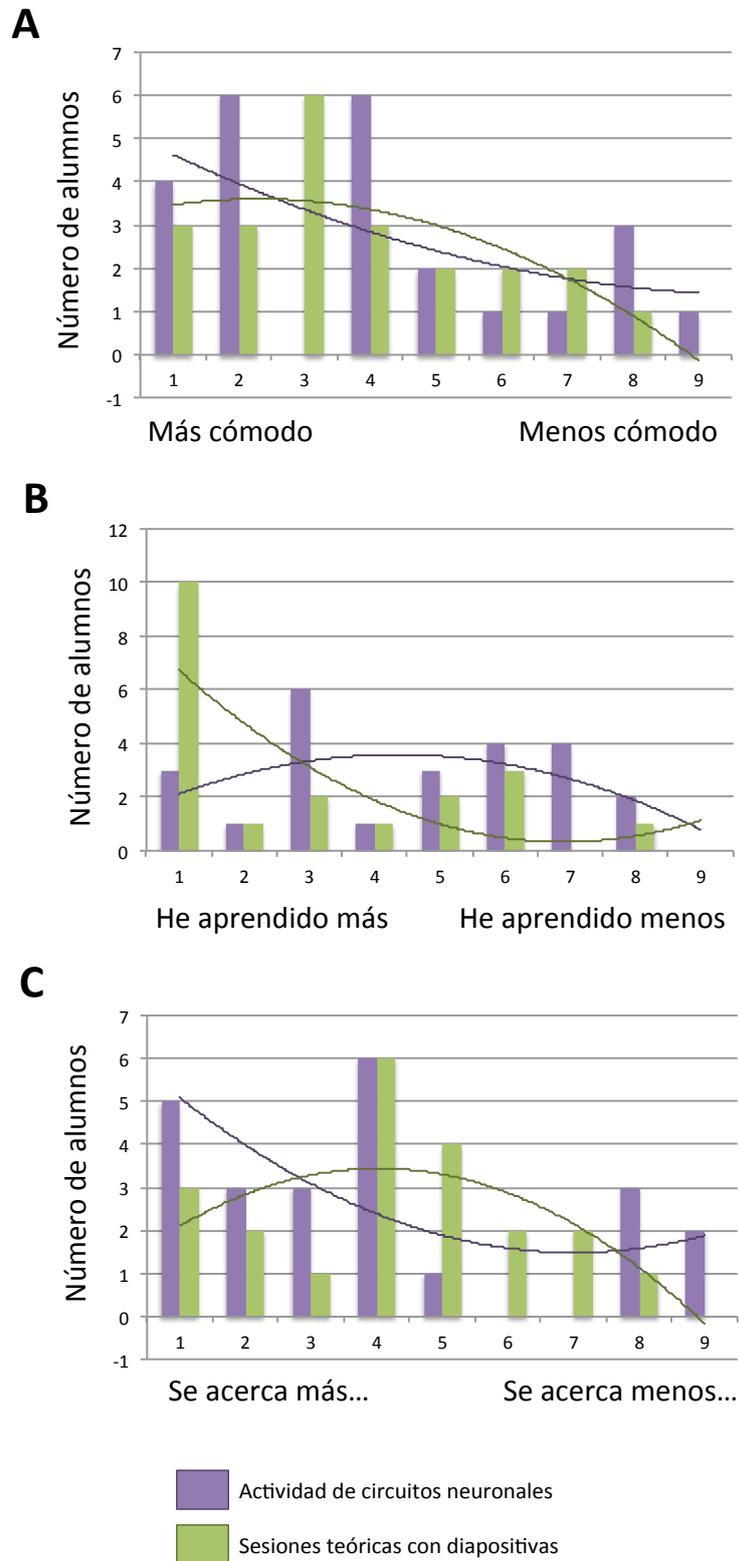


Figura 4. Resultados obtenidos en la encuesta a los alumnos. Las preguntas a las que hacen referencia cada una de las gráficas responden a la pregunta: “Ordena las siguientes actividades según... (A) ...te hayas sentido más o menos cómodo; (B) ...consideres que has aprendido más o menos; (C) ...consideres que lo que has aprendido se acerca más o menos a tus intereses.

De la figura anterior se puede observar que tanto con la actividad de los circuitos neuronales como con las clases magistrales convencionales, la mayoría de los alumnos se sienten cómodos. Sorprendentemente, hay un número considerable de alumnos que considera que han aprendido más en las clases magistrales que en la actividad de circuitos neuronales. En el gráfico C, se puede observar que la actividad de circuitos neuronales se acerca más a sus intereses.

Como reflexión personal después de haber aplicado parte de la actividad planteada, sin dudar la volvería a realizar en el futuro. Me gustaría poder tener más tiempo para poder realizarla en su totalidad. Además dejaría tiempo a los alumnos para editar el vídeo si quisieran, de modo que pudieran trabajar más a fondo y repasar las tomas. De esta forma, podrían profundizar más en la detección de posibles errores, ayudándose con la autoevaluación en grupo después de la primera sesión.

Si esta actividad se realizara durante tres sesiones, ocuparía un tiempo extenso si se tiene en cuenta la totalidad del currículo y el tiempo disponible (aproximadamente 70 horas por curso).

Propuesta de mejora

Aunque considero que la actividad llevada a cabo funcionó bastante bien, algunos de los aspectos los mejoraría de cara a futuras aplicaciones de la misma. En primer lugar escogería un vídeo en el cual se visualizaran distintas actividades voluntarias o involuntarias de modo que ellos tuvieran que escoger una de ellas. Por ejemplo, un trozo de una película, un anuncio, un tráiler... En el caso del practicum, como ya he comentado en el apartado anterior, utilicé un vídeo en el cual se observaba solamente una acción voluntaria, hecho que facilitaba mucho el trabajo para los alumnos pero no les hacía reflexionar sobre los distintos actos.

Otro hecho que mejoraría sería la distribución de los alumnos en el espacio. Debido a que las sesiones con desdoble tienen lugar en el laboratorio, no fue fácil trabajar en grupo ya que los alumnos tienen que sentarse en línea a lo largo de las mesas que están diseñadas con otros objetivos que no son el trabajo en grupo. Tampoco es fácil para el profesor acercarse a todos los grupos para observar sus modelos y poder resolver las dudas que les surjan a los alumnos debido al escaso espacio entre las mesas.

También creo que me equivoqué en no dedicar un tiempo suficiente a comentar la evaluación con los alumnos. Mi error fue no corregir la actividad inmediatamente después de su realización para poder comentarla a la semana siguiente y aclarar los conflictos en el aprendizaje observados.

Evidentemente me hubiera gustado poder disponer del tiempo suficiente para realizar la actividad entera y realizar así, una reflexión completa.

Otro error por mi parte durante la elaboración de la prueba escrita fue no redactar correctamente las preguntas correspondientes a la actividad de circuitos neuronales. La redacción fue poco concreta y los alumnos respondieron de forma general a la pregunta y se sintieron desorientados en el momento de tener que contestar. En el anexo 7 se pueden observar las preguntas en relación a estos aspectos. Para mejorar la redacción de dichas preguntas, especificaría que los alumnos deben esquematizar con un dibujo las conexiones entre distintos órganos y tejidos mediante neuronas para construir el circuito neuronal que está funcionando en cada situación.

VIII. Conclusiones del Máster

Tal y como se ha especificado en la introducción, el Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas, está diseñado para aportar conocimientos de pedagogía, sistema educativo y didáctica, en mi caso, de la especialidad de Biología y Geología a futuros docentes. La formación del Máster debe complementar desde distintos puntos de vista, los conocimientos adquiridos durante la formación universitaria previa de cada alumno.

Considero que la realización de este trabajo al finalizar la parte teórica y práctica del Máster, me ha sido muy útil para reflexionar sobre distintos aspectos de la didáctica de las ciencias experimentales y más concretamente sobre como he llevado a cabo la actividad descrita en los apartados anteriores. En el momento de la justificación de la actividad he podido aprender de la literatura, que el aprendizaje basado en modelizaciones permite detectar obstáculos en el aprendizaje. Este aspecto también lo observé en el aula durante la realización de la actividad. Comprobé por ejemplo, que algunos alumnos no habían interiorizado el concepto de neurotransmisor o la transmisión de la actividad eléctrica a lo largo del axón. Por lo tanto, en cuanto a la detección de errores conceptuales, creo que aprender mediante la construcción de modelos, puede ayudar, tanto a los alumnos como a los propios docentes. Además, el hecho de poder detectar los errores de aprendizaje, permiten al docente modificar el proceso de enseñanza en el futuro y hacer hincapié en los conceptos en los que los alumnos hayan tenido más dificultades.

Además, la actividad realizada fue en mi opinión, interesante para los alumnos en el sentido que se han sentido cómodos y la actividad se acerca a sus intereses (ver figura 4). Aun así, me sorprendió que ellos consideran que el nivel de aprendizaje es mayor en una clase teórica que en la actividad de construcción de circuitos neuronales. Pienso que una manera interesante de comprobar este hecho, sería volver a realizar una prueba o incluso la misma actividad al cabo de un tiempo, por ejemplo un año después. Evidentemente, por organización del Máster, se hace imposible esta evaluación del aprendizaje a largo plazo para comprobar que el aprendizaje ha sido significativo, pero pienso que sería interesante.

En cuanto a la presentación del trabajo en formato de vídeo, pienso que es una ventaja. Este formato permite la participación de alumnos que se sientan menos seguros de sí mismos o que sean menos extrovertidos. En los vídeos, si los alumnos no querían, no tenía por qué vérselos la cara ya que la ésta enfocaba el circuito neuronal mientras ellos lo iban explicando. Por lo contrario, si la actividad se mostrara en forma de presentación delante de toda la clase, pienso que habría alumnos que tendrían que hacer más esfuerzo para superar la timidez que para la realización de la actividad en sí. También creo que la opción de dejar a los alumnos, modificar los vídeos en casa o bien repetirlos para conseguir una buena toma, es una medida de atención a la diversidad. De este modo, alumnos que necesiten más tomas o más tiempo para conseguir la correcta podrían repetirlo en casa de forma más relajada. Además, en mi opinión, otra ventaja de la presentación en vídeo, es que la actividad puede captar la atención de alumnos con motivación por distintos aspectos. Es decir, aquellos alumnos que encuentre la motivación en las nuevas tecnologías pueden acoger de forma óptima la actividad ya

que encuentran motivador el hecho del procesado del vídeo o el tratamiento del mismo que se les permitiría a los alumnos realizar a posteriori de haberlo grabado.

En relación a la evaluación de la actividad, pienso que ésta es fácil de evaluar de forma justa. En primer lugar porque la calificación de la actividad depende de muy distintos instrumentos de evaluación. En segundo lugar, porque la parte de evaluación que recae en el docente, puede hacerse de forma deliberada, sin necesidad de controlar cada momento a los alumnos durante la actividad. Es decir que el profesor puede visualizar los vídeos de los alumnos tantas veces como sean necesarias para evaluar la actividad.

Esta reflexión sobre la actividad realizada me ayudará en el futuro a la hora de diseñar distintas actividades. De cara a mi futuro como docente, pienso que los errores que he cometido durante el practicum me servirán para no cometerlos de nuevo. Por ejemplo, he entendido que tengo que construir mejor las preguntas que realice a los alumnos, tanto en las pruebas escritas como preguntas en voz alta en clase. Pienso que este ha sido uno de los puntos débiles que he tenido durante mi estancia en el IES y tengo que reforzarlo. También creo que tengo que animarme a introducir las dinámicas de grupo que hemos aprendido en algunas asignaturas para promover la participación equitativa de la totalidad de los alumnos del grupo.

En cuanto a una valoración global del Máster de Profesorado, creo que hay aspectos mejorables en el mismo, pero al terminar el curso he tenido una sensación de haber aprendido “sin darme cuenta”. Haciendo una valoración de mis aprendizajes durante este último año, creo que he aprendido más de lo que a priori podría pensar, por el hecho de que no ha sido un proceso de enseñanza-aprendizaje como el que había tenido hasta ahora tanto durante la licenciatura como en el máster de investigación que cursé en 2010-11 en los cuales, el estudio para superar pruebas finales, tenía mucho peso. En el caso de la mayoría de materias del Máster, he ido acumulando aprendizajes con el tiempo.

Después de haber cursado este Máster, me he dado cuenta más que nunca que la formación permanente es muy necesaria. No creo que la formación recibida sea suficiente como para ser un buen docente de educación secundaria, ya que se ha condensado toda la información en la mayoría de materias, aun así, el hecho de no sentirme del todo preparada me anima a seguir formándome y veo que la formación tiene que seguir a lo largo de la vida, especialmente en un campo donde los adolescentes cambian porque cambia su entorno. También cambian las estrategias pedagógicas y la tecnología evoluciona a marchas forzadas. Concretamente, me gustaría profundizar mi formación en Geología. A raíz de la asignatura “Contenidos disciplinares en Geología” que cursé durante el segundo cuatrimestre, se me ha despertado el interés por esta ciencia. La asignatura estaba basada principalmente en clases magistrales, y en ellas fue evidente que una buena clase magistral puede aportar mucho a los alumnos si se despierta el interés por la materia. También me gustaría ampliar mi formación en Tecnologías de Información y Comunicación, ya que considero que, pese a haber cursado la asignatura optativa en relación con las TIC, mi formación en este aspecto está anticuada y es poco práctica en cuanto a recursos educativos.

Aun así sigo pensando que las asignaturas más significativas y útiles del Máster son el Practicum II y III. Es en ese momento en el que se materializan los conceptos y habilidades adquiridas durante las sesiones de las demás materias. Pero también creo que la actitud de uno mismo es esencial en el desarrollo de la profesión docente. Personalmente me sentí muy a gusto con los alumnos durante las distintas sesiones y

creo que también ese sentimiento es importante a la hora de decidir si uno se ve a sí mismo ejerciendo como docente. En mi caso, aunque no pueda trabajar como docente de inmediato, sí que lo considero un hecho que me gustaría se materializara en un futuro no muy lejano.

IX. Referencias bibliográficas

- Anderson, L. W., y Krathwohl, D. R. (2001). Title: A Taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives. *Cognition and Instruction*, 9(2), 137–175.
- Benne, K. D., y Sheats, P. (1948). Functional Roles of Group Members. *Journal of Social Issues*, 4(2), 41–49.
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., y Granger, E. M. (2009). No silver bullet for inquiry: Making sense of teacher change following an inquiry-based research experience for teachers. *Science Education*, 93(2), 322–360.
- Castillo Ceballos, G. (2009). *El adolescente y sus retos. La aventura de hacerse mayor*. Pirámide.
- Chacón, O. (2015). Análisis de las concepciones sobre el concepto de sistema nervioso en estudiantes de grado noveno (901) del colegio Antonio Nariño IED. *Revista Biografía Escritos Sobre La Biología Y Su Enseñanza*, 0(0), 1590–1600.
- Chamizo, J. A. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 7(1), 26–41.
- Fragueiro Barreiro, M. S., Muñoz Prieto, M. M., y Soto Fernández, J. R. (2012). «1-2-4». Una técnica de aprendizaje cooperativo sencilla aplicada al área de conocimiento del medio natural social y cultural. *Innovación Educativa*, 22, 87–96.
- Gómez Galindo, A. A. (2013). Explicaciones narrativas y modelización en la Enseñanza de la biología. *Enseñanza de Las Ciencias*, 31(1), 0011–28.
- Harter, S. (1999). *Distinguished contributions in psychology. The construction of the self: A developmental perspective*. New York: Guilford Press.
- Juncà Salvia, E. (2011). *Producció d'un vídeo didàctic com a activitat d'aprenentatge actiu*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Justi, R. S., y Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369–387. <http://doi.org/10.1080/09500690110110142>
- Kahoot! (2017). Disponible en: <https://kahoot.com/>
- Mayorga Fernández, M. J., y Madrid Vivar, D. (2010). Modelos didácticos y Estrategias de enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Tendencias Pedagógicas*, 15(1), 91–111.
- Mentimeter. (2017). Consultado 2 de junio 2017, en <https://www.mentimeter.com/>
- Osses Bustingorry, S., y Jaramillo Mora, S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 34(1), 187–197.
- Pallares Harti, M. (1994). *Técnicas de grupo para educadores*. ICCE.
- Rentería Rodríguez, E. (2009). *Los trabajos prácticos fundamentados en el proceso de modelización y orientados a la resolución de problemas*.
- Roca, M. (2014). Más preguntas y menos respuestas. Zaragoza.

Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Ed. Graó.

Santaulària Rosell, M. (2012). *El vídeo de curta durada: la selecció, la influència en els processos/nd'ensenyament-aprenentatge i l'elaboració per part dels alumnes*. Universitat Pompeu Fabra.

Serrano Gisbert, T. (1993). *Desarrollo conceptual del sistema nervioso en niños de 5 a 14 años: modelos mentales*. Universidad Complutense de Madrid.

Tamayo Alzate, Ó. E. (2013). Modelos y modelización en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación Y Experiencias Didácticas*, 0(Extra), 3484–3487.

Tovar-Gálvez, J. C. (2008). Modelo metacognitivo como integrador de estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje de las ciencias, y su relación con las competencias. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46(7), 1–9.

Legislación consultada:

ORDEN ECD/850/2016, de 29 de julio, por la que se modifica la Orden de 16 de junio de 2014, de la Consejera de Educación, Universidad, Cultura y Deporte, por la que se aprueba el currículo de la Educación Primaria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. Boletín Oficial de Aragón, núm 156, de 12 de agosto de 2016, pp. 20713 a 20884

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Boletín Oficial del Estado, núm. 25, de 29 de enero de 2015, pp. 6986 a 7003

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, núm. 3, de 3 de enero de 2015, pp. 169 a 546

X. Anexos

Anexo 1: Diapositiva de conceptos clave

Esta imagen fue proyectada en el aula durante la realización de los guiones para grabar los vídeos y durante la grabación de los mismos para potenciar la utilización de vocabulario específico.



Anexo 2: Rúbrica de evaluación de la actividad por parte del docente

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD “VÍDEOS DE CIRCUITOS NEURONALES”				
	0	1	2	3
Utilización del material	No han utilizado el material	Han utilizado parte del material de forma correcta pero parte de forma incorrecta	Han utilizado todo el material de forma correcta pero la disposición no les permite representar todos los conceptos necesarios	Han utilizado todo el material de forma correcta para representar los conceptos necesarios
Interpretación del caso	No se ha diferenciado entre un movimiento voluntario y un reflejo	Han necesitado ayuda para discriminar entre un movimiento voluntario y un reflejo	Han representado, con el material, el acto voluntario o reflejo que debían	Han representado, con el material, el acto voluntario o reflejo que debían y han justificado el porqué
Dirección de la transmisión del impulso nervioso	Dirección incorrecta del impulso nervioso	Parte de la dirección correcta y parte incorrecta	Dirección correcta del impulso nervioso pero sin justificación	Dirección correcta del impulso nervioso con justificación
Ubicación de los electrones y especificación de la sinapsis	Han localizado los neurotransmisores de forma incorrecta, por ejemplo a lo largo del axón y ni los mencionan	Han localizado los neurotransmisores de forma correcta pero no los mencionan en el vídeo o bien los han localizado de forma incorrecta pero los mencionan en el vídeo	Han localizado los neurotransmisores de forma correcta y los mencionan en el vídeo cuando hablan de la sinapsis	Han localizado los neurotransmisores de forma correcta, los mencionan en el vídeo relacionándolos con la sinapsis y justifican que es el mecanismo por el que dos neuronas se comunican
Utilización de los conceptos	Han utilizado de 0 a 4 conceptos	Han utilizado de 5 a 8 conceptos	Han utilizado de 9 a 14 conceptos	Han utilizado 15 o más conceptos

Anexo 3: Preguntas para la autoevaluación en grupo

Esta parte de la evaluación es formativa en el sentido que hace reflexionar a los alumnos sobre el trabajo realizado después de la grabación del primer vídeo para mejorar de cara a la grabación del segundo.

- ¿Se trata de un acto voluntario o involuntario? Qué características tiene cada uno de ellos?
- ¿Habéis especificado de donde proviene el estímulo? ¿Habéis concretado cuál es la respuesta?
- ¿Os habéis fijado en qué dirección habéis puesto las neuronas? ¿Por qué las habéis puesto en esta dirección? ¿Qué ocurriría si estuvieran al revés?
- ¿Dónde habéis localizado los neurotransmisores? ¿Por qué ahí y no en otro sitio? ¿Siempre están estáticos en esta posición o se mueven? Si se mueven ¿de dónde a dónde se mueven?
- Después de esta reflexión, ¿cambiaríais algo del circuito que habéis hecho? Si es que sí, ¿qué cambiaríais? y ¿cómo lo mejoraríais?

Anexo 4: Rúbrica para la autoevaluación individual

Esta rúbrica la realizarán individualmente los alumnos para evaluar, principalmente su actitud, aunque también incluye un cuestionario sobre la participación de cada uno de los miembros del grupo y una pregunta de conceptos para volver a reflexionar sobre la realización del circuito neuronal de forma individual

Después de leer las distintas opciones, marca la que más se ajusta a la realidad

Rúbrica para evaluar la participación individual al trabajo en grupo				
Crite- rios	0	1	2	3
Contribución Participación	Nunca ofrezco ideas para realizar el trabajo, ni propongo sugerencias para su mejora. En ocasiones dificulto las propuestas de otros para alcanzar los objetivos del grupo.	Algunas veces ofrezco ideas para realizar el trabajo. Pero nunca propongo sugerencias para su mejora. Acepto las propuestas de otros para alcanzar los objetivos del grupo.	Ofrezco ideas para realizar el trabajo, aunque pocas veces propongo sugerencias para su mejora. Me esfuerzo para alcanzar los objetivos del grupo.	Siempre ofrezco ideas para realizar el trabajo y propongo sugerencias para su mejora. Me esfuerzo para alcanzar los objetivos del grupo.
Actitud	Muy pocas veces escucho y comparto las ideas de mis compañeros. No ayudo a mantener la unión en el grupo	A veces escucho las ideas de mis compañeros, y acepto integrarlas. No me preocupa la unión en el grupo.	Suelo escuchar y compartir las ideas de mis compañeros, pero no ofrezco cómo integrarlas. Colaboro en mantener la unión en el grupo.	Siempre escucho y comparto las ideas de mis compañeros e intento integrarlas. Busco cómo mantener la unión en el grupo.
Responsa- bilidad	No he asumido las responsabilidades que se han consensuado	No he asumido muchas de las responsabilidades que me habían sido adjudicadas	No he asumido alguna de las responsabilidades	He asumido todas mis responsabilidades
Asistencia y puntualidad	Me he saltado dos o más sesiones sin causa justificada.	Me he saltado alguna sesión sin causa justificada.	He asistido a todas las sesiones pero llegando tarde sin justificación.	He asistido a las tres sesiones y he sido puntual. Si no he podido asistir, he traído el justificante.

Rúbrica basada en Merino 2011

En cuanto a la contribución en la realización del trabajo, ¿cómo distribuirías 10 puntos? Asígnales más puntos a las personas del grupo que más creas que han contribuido. Inclúyete a ti mismo/a.

Alumno/a	Puntuación
Yo	
Nombre del compañero 1	
Nombre del compañero 2	
Nombre del compañero 3	
TOTAL	10

- Personalmente, ¿Qué habrías cambiado del primer circuito? ¿Y del segundo? ¿Crees que os ayudó, de cara al segundo circuito, la reflexión que hicisteis después del primero?

Anexo 5: Rúbrica de co-evaluación de los vídeos del resto de grupos

Esta rúbrica está diseñada para que cada grupo evalúe los vídeos del resto de grupos después de su visualización.

	Nada	Algo	Bastante	Mucho
Ha sido fácil entender las explicaciones				
El circuito representa la acción voluntaria o involuntaria correctamente				
Los elementos del circuito están colocados de forma correcta				
El segundo vídeo era mejor que el primero				

Anexo 6: Rúbrica de evaluación por parte del docente

En esta rúbrica se han incluido los resultados obtenidos en el Practicum II-III por parte de los alumnos. En la última fila de la tabla se han incluido las calificaciones finales de esta actividad.

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD "VÍDEOS DE CIRCUITOS NEURONALES"					Grupo								
		0	1	2	3	1.1	1.2	1.3	1.4	2.2	2.2	2.3	2.4
Utilización del material	No han utilizado el material	Han utilizado parte del material de forma correcta pero parte de forma incorrecta	Han utilizado todo el material de forma correcta pero la disposición no les permite representar todos los conceptos necesarios	Han utilizado todo el material de forma correcta para representar los conceptos necesarios		2	2	3	2	2	2	2	2
Interpretación del caso	No se ha diferenciado entre un movimiento voluntario y un reflejo	Han necesitado ayuda para discriminar entre un movimiento voluntario y un reflejo	Han representado, con el material, el acto voluntario o reflejo que debían	Han representado, con el material, el acto voluntario o reflejo que debían		2	2	2	2	3	2	2	2
Dirección de la transmisión del impulso nervioso	Dirección incorrecta del impulso nervioso	Parte de la dirección correcta y parte incorrecta	Dirección correcta del impulso nervioso pero sin justificación	Dirección correcta del impulso nervioso con justificación		3	3	3	3	3	3	3	3
Ubicación de los neurotransmisores y la especificación de la sinapsis	Han localizado los neurotransmisores de forma incorrecta, por ejemplo a lo largo del axón	Han localizado los neurotransmisores de forma correcta pero no los mencionan en el vídeo	Han localizado los neurotransmisores de forma correcta y los mencionan en el vídeo cuando hablan de la sinapsis	Han localizado los neurotransmisores de forma correcta, los mencionan en el vídeo relacionándolos con la sinapsis y justifican que es el mecanismo por el que dos neuronas se comunican		1	0	2	1	1	1	1	1
Utilización de los conceptos	Han utilizado de 0 a 4 conceptos	Han utilizado de 5 a 8 conceptos	Han utilizado de 9 a 14 conceptos	Han utilizado 15 o más conceptos		2	1	2	1	1	1	1	2
Total						10/15 (6,67)	8/15 (5,33)	12/15 (8,00)	9/15 (6,00)	11/15 (7,33)	9/15 (6,00)	9/15 (6,00)	10/15 (6,67)

Anexo 7: Preguntas de la prueba escrita final

A continuación se incluyen las preguntas en la prueba escrita final relacionadas con la actividad diseñada. En azul se han comentado a nivel general las respuestas obtenidas.

4. Explica los siguientes esquemas (A y B) (1 punto) y responde las preguntas (1 punto).

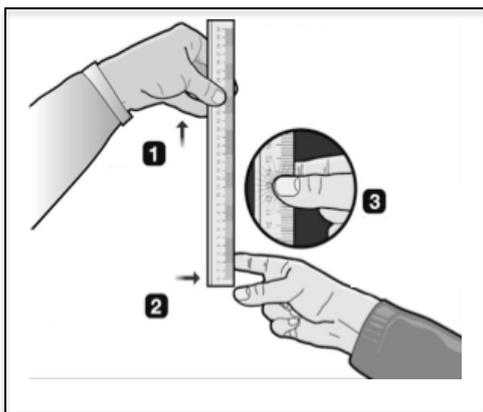


A) Explicación del esquema (0,5 puntos):

La parte donde tenían que explicar los esquemas ha estado mal planteada, ya que mi intención era que explicaran los circuitos neuronales que ocurrían en cada situación pero han, simplemente explicado la imagen. Excepto 3 alumnos que han hecho referencia al flujo de información entre el estímulo y la respuesta.

¿Cuál es la parte del sistema nervioso autónomo que se activa en esta situación, el sistema nervioso simpático o parasimpático? ¿Cuáles son sus efectos? Es decir ¿Qué experimentará en los distintos órganos y partes del cuerpo la chica que se lleva el susto? (0,5 puntos)

Gran parte de los alumnos han contestado correctamente a esta pregunta. Sorprendentemente, muchos de ellos han determinado que se trata del sistema nervioso parasimpático pero han explicado los efectos del sistema nervioso simpático por asociarlo con la situación de “susto” de la imagen. Por lo tanto ha sido una cuestión de no memorizar el nombre del sistema nervioso asociado a cada situación.



B)

Explicación del esquema (0,5 puntos):

Ídem que en otro esquema: han explicado la actividad de medir el tiempo de reacción

El sistema nervioso somático es el responsable de los movimientos voluntarios del músculo esquelético (por ejemplo el bíceps, el tríceps, el cuádriceps, los abdominales...). ¿Qué otros dos ejemplos se te ocurren en los que se esté activando el sistema nervioso somático? Especifica el estímulo y la respuesta en ambos casos (0,5 puntos).

Muchos alumnos han contestado correctamente, por lo cual pienso que la actividad de construcción de circuitos neuronales les ayudó en el proceso de aprendizaje.