

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria
Obligatoria y Bachillerato



Universidad
Zaragoza



Facultad de Educación
Universidad Zaragoza

Normalizar el Neodarwinismo en el aula mediante una Unidad Didáctica para la enseñanza del Origen y Evolución de la vida en 4º de la E.S.O.

Normalize Neo-Darwinism in classroom
through a Didactic Unit for teaching the Origin
and Evolution of life in 4 E.S.O.

Curso 2016-2017

Especialidad: Biología y Geología

Autora: Ana Gloria de la Fuente Aragón

Dirigido por: Carmen Díez Sánchez

ÍNDICE

| | | |
|-------------|---|-----------|
| I. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1. | Presentación y currículo académico | 1 |
| 2. | Contexto del Centro de los Practicum I, II y III | 1 |
| 3. | Presentación del trabajo | 2 |
| II. | ANÁLISIS DE DOS ASIGNATURAS DEL MÁSTER | 3 |
| III. | PROPUESTA DIDÁCTICA | 5 |
| 1. | Título de la propuesta didáctica y nivel educativo | 5 |
| 2. | Marco teórico | 5 |
| 2.1. | <i>Dificultades asociadas al estudio del Origen y Evolución de la vida</i> | 5 |
| 2.2. | <i>Ideas previas</i> | 6 |
| 2.3. | <i>Nivel académico establecido en los alumnos de 4º de la ESO antes del estudio del Origen y Evolución de la vida</i> | 7 |
| 3. | Evaluación inicial de los alumnos del CPEIPS Sagrado Corazón de Jesús | 8 |
| 4. | Objetivos de la propuesta didáctica | 9 |
| 5. | Justificación | 10 |
| 5.1. | <i>Metodología de enseñanza y aprendizaje</i> | 10 |
| a. | Nuevas perspectivas frente a las metodologías tradicionales | 10 |
| b. | Las TICs | 11 |
| 5.2. | <i>La importancia del lenguaje en las clases de Origen y Evolución de la vida</i> | 12 |
| IV. | ACTIVIDADES | 12 |
| 1. | Conexto | 12 |
| 2. | Participantes | 13 |

| | |
|---|-----------|
| 3. Objetivos, Contenidos y Estándares de aprendizaje | 13 |
| 4. Listado de actividades | 14 |
| 5. Desarrollo de actividades | 18 |
| 6. Metodología utilizada en las actividades: elección y justificación | 21 |
| V. EVALUACIÓN FINAL | 22 |
| 1. Las Competencias Clave | 22 |
| 2. Los estándares de aprendizaje | 22 |
| VI. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN | 23 |
| VII. REFLEXIÓN Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA | 24 |
| VIII. CONCLUSIONES DEL MÁSTER | 25 |
| IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 27 |
| X. ANEXOS | 31 |
| Anexo I.A. Rúbrica para evaluar la Actividad 1 | 31 |
| Anexo I.B. Rúbrica para evaluar la Actividad 14 | 32 |
| Anexo II.A. Cuestionario inicial | 33 |
| Anexo II.B. Actividad 5 | 33 |
| Anexo II.C. Actividad 10 | 34 |
| Anexo II.D. Actividad 14 | 35 |
| Anexo III. Examen | 36 |

I. INTRODUCCIÓN:

1. Presentación y currículum académico

Mi nombre es Ana Gloria de la Fuente Aragón. Aunque soy una persona muy multidisciplinar, las ciencias me han gustado desde siempre, especialmente la Biología. En bachillerato descubrí que lo que realmente me apasionaba era la Bioquímica, así que dediqué todos mis esfuerzos durante esos dos años en conseguir entrar en la carrera que me gustaba y, hoy por hoy, puedo decir que soy graduada en Bioquímica por la Universidad de Castilla La Mancha.

Considero que he tenido una buena formación durante el Grado y he podido vivir experiencias bastante enriquecedoras, tanto personal como profesionalmente. Ya en la carrera tuve cierto contacto con alumnos de Secundaria y Bachillerato al ser coordinadora de la Semana de la Ciencia de la Facultad. Me gustó mucho la experiencia y me planteé la docencia como una posible salida. Sin embargo, tras hacer las prácticas en el Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa de Zaragoza y, un año más tarde, en el Hospital Virgen de la Salud de Toledo, mi principal objetivo se convirtió en entrar en un laboratorio de análisis clínicos.

Cuando terminé el Grado comencé a dar clases particulares tanto a nivel universitario como de Secundaria y Bachillerato, y me fue invadiendo el “gusanillo” de la enseñanza, hasta el punto de cambiar totalmente mi perspectiva y decidir hacer el Máster que justo ahora estoy terminando.

Podría decir que la docencia me ha llamado la atención desde siempre. No sólo por el mero hecho de enseñar conocimientos, si no por educar en valores, orientar y guiar a los alumnos, y ayudar a aquellos que se encuentren en una situación delicada. Lo considero una parte vital de esta profesión y que en muchas ocasiones pasa desapercibida.

En mi opinión, la sociedad española sabe que la educación es fundamental para el desarrollo de las personas, pero este pensamiento no está lo suficientemente interiorizado. En los últimos años estamos viendo, por parte de profesores y Centros, muchas propuestas para cambiar metodologías de aprendizaje así como una revalorización de la educación emocional. Pero con los continuos cambios de Leyes educativas, la incertidumbre y la existencia de un currículum tan amplio, es difícil transformar la educación española.

Creo que no es fácil ser profesor hoy en día, pero para mí es una profesión que permite tener la oportunidad de aprender enseñando, de mejorar cada día profesional y personalmente y de poder cambiar las cosas poco a poco.

2. Contexto del Centro de los Practicum I, II y III

El CPEIPS Sagrado Corazón de Jesús, Zaragoza, está situado en el barrio del Actur. Se trata de un centro concertado-privado (concertado desde Infantil hasta Secundaria y privado en Bachillerato) al que la Administración da dinero para su gestión, aunque

existe una cuota voluntaria que aportan los padres, así que podríamos decir que las familias de los alumnos de este colegio son de un nivel económico medio-alto.

El Centro se fundó en 1875, y pertenecía por aquel entonces a la red de colegios del Sagrado Corazón de Jesús. A partir de 1982, el colegio se refundó como Patronato, pasando a ser parte de una fundación benéfico docente: la Fundación “Sofía Barat”. En este Patronato, hay un 60% de representación de religiosas, un 20% de representación de profesores y un 20% de representación de padres. De esta manera, se desvincularon de la red y es un Centro autónomo jurídica y económicamente desde entonces.

En cuanto al equipo docente del centro, ha ido evolucionando a lo largo de los años y hoy en día podemos hablar de un claustro de profesores mixto y heterogéneo en edad, pero homogéneo en cuanto a la “filosofía educativa” y coherente con el Ideario del Centro.

3. Presentación del trabajo:

En el presente Trabajo de Fin de Máster se aborda el diseño de una Unidad Didáctica para la enseñanza del Bloque 1 del 4º curso de la ESO de la asignatura Biología y Geología, marcado en el currículo de Educación Secundaria Obligatoria de Aragón establecido en la *Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo*. Los contenidos que se trabajan en este bloque son los relacionados con el Origen y la Evolución de la vida:

- a. Origen y evolución de los seres vivos
- b. Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra
- c. Teorías de la Evolución
- d. El hecho y los mecanismos de la evolución
- e. La evolución humana: proceso de hominización.

Dentro de la Educación Secundaria Obligatoria, 4º es el único curso dedicado a la enseñanza de las distintas teorías sobre el Origen de la Vida y la Biodiversidad. Esto puede resultar positivo, ya que es en la adolescencia media (15-17 años) cuando los chicos y chicas adquieren un mayor grado de abstracción (Gallego & Muñoz, 2015; Oliva, 2014; Palacios, 1999) y se establece el pensamiento formal (Piaget, 1985). Además, el carácter voluntario de la asignatura en este punto del currículo favorece que haya un mayor grado de interés por parte del alumnado hacia la Biología.

Sin embargo, es el carácter voluntario de la asignatura el que provoca que haya alumnos que no lleguen a estudiar nunca la evolución de las especies, terminando su escolarización sin una idea mínima del tema. Así mismo, el hecho de que estas teorías se aborden en un único curso en toda la ESO, limita el asentamiento de las ideas y conceptos clave necesarios para una correcta comprensión (Sanz, 2007).

A pesar del poco protagonismo que se le da a la Biología Evolutiva en el currículum de Secundaria, es una parte muy importante de la Biología moderna. Entender la teoría de

la Evolución permite comprender mejor las relaciones entre los organismos, sus diferencias, así como tener una visión general de los diferentes procesos que se dan en la biosfera. Estudiar Evolución ayuda también a entrenar el razonamiento hipotético-deductivo del alumnado, a desarrollar su capacidad de realizar inferencias y a asentar el pensamiento formal, valiéndose en todo caso de la habilidad argumentativa.

La forma en la que está estructurado el bloque del Origen de la Vida y la Biodiversidad en los libros de texto que pude observar, es confusa y no favorece en ningún caso que los alumnos desarrollen la capacidad argumentativa necesaria en la construcción de un razonamiento científico y abstracto. Concretamente, la organización de los contenidos en el libro de texto que utilizan en el Colegio Sagrado Corazón de Jesús, es caótica, incoherente y no da ninguna sensación de continuidad y relación entre los subapartados del tema, por lo que veo necesaria una reestructuración.

II. ANÁLISIS DE DOS ASIGNATURAS DEL MÁSTER

Voy a proceder a analizar dos asignaturas cursadas dentro del Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. La primera asignatura se trata de *Diseño curricular de Física y Química y Biología y Geología*, del primer cuatrimestre, y la segunda asignatura es *Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología*, del segundo cuatrimestre.

He escogido estas dos asignaturas porque son con las que más he aprendido, ya sea por sus contenidos, estructura, desarrollo o actividades. Aunque muchas otras me han aportado conocimientos nuevos de otros ámbitos con los que jamás había tenido contacto, como la psicología, considero estas dos asignaturas las de más utilidad a la hora de desempeñar la función docente.

La asignatura *Diseño curricular de Física y Química y Biología y Geología* se imparte en el primer cuatrimestre. Me parece muy acertado situarla en este punto del curso porque nos introduce las leyes y normas educativas que tenemos que conocer para desempeñar nuestra función docente. También se aprenden aspectos prácticos en la vida del profesor, como la estructura funcional de los centros o cómo hacer una programación didáctica. Es esencial conocer todos estos aspectos, sobre todo teniendo en cuenta que muchos de los que entramos en el Máster desconocemos cómo funciona el Sistema Educativo.

La temporalización de la materia me parece bastante adecuada, pues se comienza por comprender las bases del funcionamiento de todo el Sistema de Educación y, paulatinamente, van apareciendo nuevos conceptos como “transposición didáctica”, “competencias clave” o “criterios” y “estándares de aprendizaje”.

El curso se inicia con una presentación de todo el ordenamiento educativo estatal y autonómico que tenemos que conocer para comprender el Sistema Educativo español actual, aunque también se analizan las etapas educativas y todos los posibles itinerarios que pueden seguir los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria, Formación Profesional y Bachillerato.

Seguidamente, se estudian las competencias clave. Me resultó muy útil porque las desconocía y es algo indispensable hoy en día en Educación. También me parece

importante mencionar que fue muy interesante comprender el porqué de las pruebas PISA y su posible beneficio como recurso didáctico.

En definitiva, estas clases son indispensables para contextualizar la educación actual y saber en qué punto estamos, además de conocer las Leyes, Reales Decretos y Ordenanzas educativas estatales y autonómicas vigentes.

Pero si tuviera que elegir el trabajo de más utilidad es, sin duda, el de la programación didáctica. Aunque es trabajoso, me parece necesario y beneficioso de cara a las oposiciones, aunque también para la función docente en sí. Con este trabajo comprendí la diferencia entre “criterios de evaluación” y “criterios de calificación”, así como el significado de conceptos totalmente desconocidos, como “estándares de aprendizaje” o “indicadores de logro”. Asimismo, hacer una programación didáctica obliga a leer la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa o LOMCE, así como todos los Reales Decretos y Ordenanzas estatales y autonómicas. Por lo tanto, aprendí a buscar material legislativo, a comprenderlo mejor y amplíé el abanico de recursos educativos y de evaluación.

Por otro lado, la asignatura *Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología* se imparte en el segundo cuatrimestre y, como en el caso anterior, también me parece correcto situarla en este punto del curso.

Es una asignatura muy práctica en la que se nos ha proporcionado muchos recursos didácticos. Quizás la parte más interesante es que estos recursos no requieren de ningún coste económico importante y es fácil poder hacer las actividades en las aulas y, además de ser sencillas y de un coste asequible, estas actividades eran muy variadas: *role playing*, salidas de campo, claves dicotómicas...

Otro de los aspectos que más me ha gustado de esta asignatura, y que está ligado con lo anterior, es que he podido valorar el potencial didáctico que nos brindan muchas zonas de la ciudad. Enseñar geología observando rocas ornamentales y de construcción de la ciudad o enseñar botánica saliendo a cualquier parque de los alrededores, son ejemplos que demuestran que se puede instruir en la asignatura de Biología y Geología de formas diferentes a la convencional, en la que el alumno está delante de un libro aprendiendo cosas que tendría que estar observando en vivo para entenderlas. Las ciencias experimentales deberían darse, como su propio nombre indica, de manera experimental siempre que fuera posible.

Lo más instructivo de todas estas actividades, es que no están ligadas a una zona geográfica concreta, si no que se pueden adaptar a cualquier ciudad o pueblo en el que nos encontremos, explotando así su potencial didáctico.

En mi caso, nunca me había parado a pensar en las posibilidades que nos brindaba una ciudad a la hora de enseñar ciencias. Es normal pensar que es necesario una gran cantidad de recursos para hacer cosas interesantes, pero a veces la sencillez es mucho más instructiva que actividades muy complejas.

Además de todo lo anterior, el hecho de que sea una asignatura específica de la materia de Biología y Geología enriquece el aprendizaje. Por una parte, porque al dominar el tema eres más consciente de la utilidad de los recursos didácticos. Por otra parte porque,

en principio, los que estamos en esta rama de las ciencias es porque nos gusta, y esto siempre facilita que le pongas más atención y entusiasmo a la asignatura.

III. PROPUESTA DIDÁCTICA

1. Título de la propuesta didáctica y nivel educativo

Normalizar el Neodarwinismo en el aula mediante una Unidad Didáctica para la enseñanza del Origen y Evolución de la vida en 4º de la ESO

2. Marco teórico

2.1. Dificultades asociadas al estudio del Origen y Evolución de la vida

La enseñanza de la Evolución está rodeada de varios obstáculos que impiden una correcta asimilación de los conceptos y del proceso. A pesar de ser importante, el aprendizaje de evolución es bastante insatisfactorio. Se podría decir que estas dificultades están relacionadas con varios factores.

Por una parte, la influencia de las creencias religiosas tanto del profesorado como de los alumnos, (Berkman, Pacheco, & Plutzer, 2008; Griffith & Brem, 2004; Smith, 2010) aunque en España no es un problema tan acusado como en EEUU, donde existe un debate abierto entre creacionistas y evolucionistas (Castro, 2007)

Por otra parte, la complejidad de algunos conceptos evolutivos que, a pesar de su aparente sencillez, son interpretados de forma equivocada y confusa, provocan un estrés en los docentes que tienen que enseñar esta parte de la Biología (Griffith & Brem, 2004). Por lo tanto, existe una apreciación negativa hacia este tema por parte del profesorado que suscita en los alumnos una visión también negativa sobre el concepto de Evolución, convirtiéndose en un importante obstáculo para su enseñanza y aprendizaje. (Araujo & Cantó, 2015; Castro, 2007).

Otra dificultad asociada a la enseñanza de la Evolución, relacionada con la anterior, es que el docente tiene que controlar y comprender muy bien las ideas y los conceptos inherentes a la Biología Evolutiva. Esta es la única manera de evitar que los alumnos adquieran ideas erróneas y confusas, algo bastante fácil y común en el estudio de este Bloque (Alters & Nelson, 2002). Pese a ello, la gran mayoría de docentes tienen una formación muy pobre en Evolución, bien porque son de una especialidad distinta a la de Biología, o bien por los escasos contenidos de Biología Evolutiva en la enseñanza universitaria (Berkman et al., 2008; Castro, 2007; Smith, 2010). Todo esto provoca, por un lado, cierta incomodidad del profesor que enseña, ya que siente que los contenidos están fuera de su control. Y, por otro lado, una enseñanza confusa e incompleta, siendo una de las principales causas de la gran cantidad de concepciones erróneas que tienen los alumnos acerca de la idea de evolución y selección natural, lo que impide su correcto aprendizaje. (Araujo & Cantó, 2015; Castro, 2007).

Asimismo, es necesaria cierta capacidad de abstracción por parte del alumnado y cierta habilidad comunicativa y argumentativa (Kuhn, 1962; Lemke, 1993). No obstante, en muchas ocasiones, los alumnos no tienen lo suficientemente desarrollado el

pensamiento lógico formal, esencial para intuir conceptos abstractos, y carecen de una comprensión lectora adecuada para comprender los fenómenos evolutivos (Linares, Gisbert, & Garzón, 2014). Esto supone un importante obstáculo que habrá que tener en cuenta en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Evolución.

Se ha señalado también la inadecuación de los materiales y las estrategias didácticas existentes como una dificultad asociada a la enseñanza de la Biología Evolutiva (Sherry S. Demastes, Settlage, & Good, 1995; Nehm & Schonfeld, 2007). La importancia de una buena metodología a la hora de enseñar estos contenidos es clave para su posterior asimilación y comprensión por parte de los alumnos.

Por último, la presencia de ideas previas en los alumnos y en los docentes es un punto importante a tener en cuenta en el proceso de enseñanza y aprendizaje y se estudian en el siguiente subapartado.

2.2. Ideas previas

Todas las personas tienen una opinión acerca de la teoría de la evolución y el origen de la vida previa a su estudio. Por una parte, tal y como se ha comentado anteriormente, los profesores con una formación insuficiente en Biología Evolutiva presentan unas ideas alternativas erróneas que luego transmiten a los alumnos. Por otra parte, los alumnos tienen de por sí unas concepciones previas construidas desde una lógica interna empírica, por la que sólo aceptan las ideas que son coherentes desde su experiencia y en su contexto cotidiano, aunque no válidas desde el punto de vista científico (Hernández R., Álvarez Pérez, & Ruiz Gutiérrez, 2009). Estas ideas de los alumnos se pueden modificar si los profesores son conscientes de ellas, las conocen y diseñan métodos para enfrentarlas (Naranjo Cardona, 2013), por lo que es muy importante realizar una evaluación inicial previa al estudio del tema.

Entre las ideas previas más comunes y arraigadas en los alumnos que se inician en el estudio de la Evolución, se encuentra la visión teleológica de los fenómenos naturales. Esto quiere decir que los alumnos suponen que el cambio evolutivo tiene un objetivo, una finalidad, y atribuyen a los organismos una intención de mejora o de supervivencia para evolucionar (González Galli & Meinardi, 2011, 2015; Kampourakis & Zogza, 2008).

También es frecuente un pensamiento antropocéntrico: el Ser Humano es la especie más evolucionada y, normalmente, atribuyen al resto de organismos características psicológicas propias del Ser Humano (Hernández R. et al., 2009).

A la hora de explicar el proceso de evolución biológica, siguen un planteamiento lamarckista, haciendo referencia al *uso y desuso* de estructuras orgánicas, a que el ambiente provoca el cambio en las características del organismo, y éste se produce por necesidad (Fernández & Sanjosé, 2007; González Galli & Meinardi, 2015; Passmore & Stewart, 2002; Settlage & Jensen, 1996). También introducen la noción de *herencia de los caracteres adquiridos* (Banet & Ayuso, 2003). El pensamiento lamarckista es difícil de cambiar, tal y como se ha visto en estudios como el de Bishop y Anderson (1990), en el que estudiantes universitarios ya instruidos en evolución mantenían modelos lamarckistas.

Otra idea acomodada en el razonamiento de los alumnos consiste en relacionar los cambios del ambiente con los cambios en las características de los seres vivos. Para ellos, los organismos evolucionan por cambios en el ambiente, a los cuales se adaptan por necesidad. El término “adaptación”, de igual modo, es fuente de muchos otros errores de concepción, ya que tanto los alumnos como los libros de texto y los docentes lo utilizan indistintamente para explicar la conquista de nuevos ambientes, como las divergencias evolutivas. En otras ocasiones, incluso lo omiten (Fernández & Sanjosé, 2007; Gándara Gómez, Gil, & Sanmartín, 2002). Estas confusiones tienen su lógica, ya que no existen unos criterios claros para definir y usar el concepto de “adaptación”, y el debate está vivo entre los miembros de la comunidad (Fernández & Sanjosé, 2007; Gándara Gómez et al., 2002; Mayr, 1983).

Por último, la carencia de una perspectiva poblacional en el alumnado, la incompreensión del tiempo geológico y el papel que juega el azar en la evolución, son factores que dificultan la comprensión del proceso evolutivo (González Galli & Meinardi, 2015; Linares et al., 2014).

Con todo, estas ideas espontáneas forman estructuras conceptuales en los alumnos siguiendo una lógica interna que se resiste al cambio, incluso después de estudiar Evolución (Bishop & Anderson, 1990; S.S. Demastes, Good Roland, & Peenles, 1996; Sherry S. Demastes et al., 1995; Fernández & Sanjosé, 2007). Es importante conocer cuáles están presentes en nuestros alumnos para poder diseñar estrategias con el objeto de eliminarlas.

2.3. Nivel académico establecido en los alumnos de 4º de la ESO antes del estudio del Origen y Evolución de la vida

Atendiendo a estudios que han tratado de establecer el nivel de los alumnos en 4º de la ESO antes de estudiar el tema del Origen y Evolución de la vida, la bibliografía coincide bastante en cuanto a las preconcepciones de los alumnos. La metodología de estos estudios consiste en realizarles un cuestionario, normalmente de preguntas cerradas del tipo verdadero o falso o tipo test.

En general, se ha visto que los alumnos de este curso tienden a responder escuetamente cuando se les pregunta por la aparición de las especies. Aceptan la evolución como fenómeno responsable, pero no especifican cómo ocurre este proceso. (Abrams, 2001; Gallego & Muñoz, 2015). Cuando tienen que escoger una opción que explique cómo opera la evolución, se encuentra que el 54% de los sujetos escogen ideas relacionadas con que la evolución y el cambio se da por un esfuerzo de los seres vivos, mientras que entre un 14% (Gallego & Muñoz, 2015) y un 29% (Fernández & Sanjosé, 2007) escogen la idea de que las mutaciones son las que producen los cambios.

Es común encontrar en este curso la inclusión del término “mutación” como causa de la variabilidad entre especies. Sin embargo, su significado científico no lo tienen interiorizado, pues asocian este término a la aparición de características desfavorables (Grau & De Manuel, 2002) las cuales ocurren en un único paso.

El concepto de azar y gradualismo es difícil de entender para ellos. Según Fernández (2007), el 80% de los alumnos responden que los cambios ocurren en una vez, no en etapas, y mucho menos por azar.

Por otra parte, la mitad o más de la mitad de los alumnos, dependiendo del estudio, sostienen que existe una jerarquía en la evolución, es decir, hay especies más evolucionadas que otras. Esta idea es incluso más frecuente en alumnos de Bachillerato ya instruidos en evolución, siendo el porcentaje de un 70%. Todo indica que este tipo de pensamiento es muy difícil de erradicar (Gallego & Muñoz, 2015).

Por último, las ideas lamarckistas están presentes en una mitad del 56% de los alumnos. Dependiendo de la pregunta, entre el 53 y el 90% de ellos creen que el cambio ocurre por un uso y desuso de los órganos (Gallego & Muñoz, 2015) y un 74% apoyan la idea de herencia de los caracteres adquiridos (Fernández & Sanjosé, 2007; Gallego & Muñoz, 2015). Además, el 94% de los estudiantes creen en una finalidad de la evolución (Samarapungayan & Reinout, 1997).

3. Evaluación inicial de los alumnos del CPEIPS Sagrado Corazón de Jesús

Mi Unidad Didáctica está pensada para la clase de 4º de la ESO del CPEIPS Sagrado Corazón de Jesús. Se trata de un grupo de 24 alumnos (15 chicas y 9 chicos), de buen rendimiento académico, muy preocupados por la nota y con bastantes perspectivas de futuro. No hay nadie con ningún tipo de adaptación curricular ni de necesidad especial y, en general, las chicas son más formales que los chicos.

El apartado A del Anexo II se corresponde con el test inicial que diseñé y proporcioné a los alumnos una semana antes de comenzar las clases para saber su nivel académico en el tema del Origen y Evolución de la vida, y poder contrastar mis resultados con los obtenidos en diversos estudios (véase apartado 2.3 de la Propuesta Didáctica).

Se trata de un cuestionario de 5 preguntas abiertas y 3 tipo test. Algunas de las preguntas son de elaboración propia, mientras que otras son adaptaciones de varias propuestas de autores que ya las han implementado (Fernández & Sanjosé, 2007; Gallego & Muñoz, 2015). Los resultados no fueron muy diferentes a los esperados:

- 23 de 24 alumnos tenían una visión teleológica de la evolución, pues creían en un fin de la misma. Un porcentaje del 95% frente al 94% encontrado en algunos estudios (Samarapungayan & Reinout, 1997)
- Los 24 alumnos creían que el hombre era la especie más evolucionada de todas. Un porcentaje del 100%, mucho mayor que el encontrado en otros estudios (Gallego & Muñoz, 2015).
- Aproximadamente, 19 de 24 alumnos seguían un razonamiento lamarckista, un 23% más que los resultados encontrados en la bibliografía (Fernández & Sanjosé, 2007; Gallego & Muñoz, 2015).
- 16 de 24 alumnos contestaron en la pregunta 5 que los ratones nacerían sin cola, lo que más o menos coincide con los resultados obtenidos en el estudio que utilizó la misma pregunta (Gallego & Muñoz, 2015).

- En la pregunta 4, relacionada con el origen de la vida, aparecieron muchas respuestas interesantes que vale la pena mencionar para considerar el razonamiento de los alumnos:
 - El 50% de los alumnos relacionan la presencia de moho con las condiciones del ambiente en las que se encontraba el pan: humedad, temperatura, y hacen mucha referencia a la fecha de caducidad.
 - 2 alumnos consideran que el moho aparece en el pan “porque no hay oxígeno en la bolsa”
 - 2 alumnos asocian la presencia de moho con la levadura del pan: el moho sale de la levadura.
 - 5 alumnos asociaron la presencia de moho con bacterias que ya estaban en el pan.
 - 3 alumnos asociaron la presencia de moho con la muerte de las bacterias.
 - Solamente 3 alumnos de 24 respondieron que eran hongos externos al pan que terminan colonizando la superficie.

A la vista de los resultados, podríamos pensar que no saben que el moho es producido por hongos: un total de 8 alumnos asociaron la presencia de moho con otros microorganismos (bacterias) frente a los 3 que respondieron que era producido por hongos. Si bien es cierto que 2 alumnos nombraron a la levadura del pan, no sabemos si relacionan la levadura con un hongo microscópico o con otra cosa.

Los conceptos del origen de la vida parecen seguir el planteamiento de la generación espontánea. Aunque algunas de sus respuestas se podrían interpretar como “correctas” porque asociaban el moho con organismos que ya estaban en el pan, es decir, no aparecían “de la nada”, se notaba que no tenían claros los conceptos y que faltaba indagación en el tema. Por ejemplo, algunas de las respuestas fueron:

- “sale de la pudrición del producto”. Estaría bien preguntarles: ¿por qué se pudre el pan? ¿quién o quiénes son los responsables?
- “no le da el aire y está cerrado y eso crea el moho” o “aparece por la humedad” el moho es un ser vivo o inerte?

En cualquier caso, ninguna de estas respuestas contesta a la pregunta “cómo aparece el moho en el pan”.

4. Objetivos de la propuesta didáctica:

Mi Unidad Didáctica persigue tres objetivos generales:

1. Adquirir una visión ordenada y contextualizada de todas las teorías del Origen de la Vida y la Biodiversidad propuestas lo largo de la Historia.

2. Acercar la Teoría de la Evolución a los estudiantes con ejemplos llamativos y cercanos.
3. Promover el razonamiento hipotético-deductivo, así como la capacidad crítica y de argumentación científica en el alumnado.

5. Marco teórico:

5.1. Metodología de enseñanza y aprendizaje

a. Nuevas perspectivas frente a las metodologías tradicionales

Todas las dificultades existentes en torno a la enseñanza y aprendizaje de este tema me hicieron pensar que eran necesarios nuevos enfoques en la enseñanza de la Evolución. En la investigación de qué metodología podría ser la más adecuada para mis clases, encontré algunas posibilidades que me llamaron la atención. Por lo tanto, todas las decisiones tomadas para el diseño de las actividades y metodología que fui construyendo, tienen su justificación teórica y está expuesta en este apartado.

En general, la metodología tradicional que se utiliza para explicar el Origen de la Biodiversidad consiste en una mera transmisión de conocimientos por parte del profesor. Esta forma de abordar las clases no promueve el pensamiento crítico, ni la argumentación científica, ni el verdadero aprendizaje. Sin embargo, las sesiones participativas, en las que los alumnos pueden exponer sus distintos puntos de vista y entablar una discusión con otros compañeros, es una manera de abordar las clases mucho más eficaz, pues se ha visto que los alumnos retienen más conceptos y mejoran su habilidad para resolver problemas distintos (Alters & Nelson, 2002). Debido a esto, enfoqué mi Unidad Didáctica desde un punto de vista de aplicación, en lugar de la metodología tradicional memorística de conceptos sueltos, los cuales no entienden y se les olvida al poco de hacer los exámenes.

Otro aspecto de la metodología tradicional, es la ineficiencia de la ilustración de los mecanismos evolutivos con ejemplos típicos, que suelen estar bastante alejados de la realidad del alumno. Para Marín (2003), la interacción de los alumnos con situaciones cotidianas y novedosas fomenta el aprendizaje. Por eso, resulta interesante acercarles la Evolución a través de ejemplos cercanos y llamativos que puedan observar ellos mismos (Sanz, 2007). De esta forma, trabajan las destrezas en explicación científica o el uso de evidencias científicas, y pueden utilizar los conocimientos sobre biología evolutiva para resolver problemas cotidianos (Araujo & Cantó, 2015; Álvarez, Noguera, & Esparza, 2012)

El último aspecto que me gustaría recalcar de las metodologías tradicionales, es que las teorías de la Evolución se presentan totalmente descontextualizadas de su etapa histórica. Sin embargo, tal y como afirma Sanz (2007):

Sanz (2007)

La forma más apropiada de abordar el estudio de la Teoría evolutiva es mediante un recorrido histórico a lo largo del pensamiento humano y científico, que nos lleve

desde el Creacionismo y el Catastrofismo, hasta las ideas no fijistas. Se trata de hacer entender al alumno la importancia de ese cambio en la manera de comprender la materia viva, como algo no estático, sino cambiante. Ese ideal evolucionista fue a su vez transformándose, desde las ideas de Lamarck hasta Darwin, y finalmente la Teoría Sintética y el Neodarwinismo. (p.69)

Se ha demostrado que la enseñanza de la Evolución a través de una perspectiva histórica, realizando un recorrido secuencial de todas las teorías propuestas a lo largo de la historia, favorece la argumentación y la construcción del conocimiento, además de facilitar el cambio de una concepción lamarckista inicial a otra darwinista (Alters & Nelson, 2002). De igual modo, dado que las ideas alternativas de los alumnos guardan cierta similitud con las mantenidas por la comunidad científica a lo largo de la Historia, su conocimiento puede resultar de utilidad a la hora de comprender algunas de las dificultades que tienen nuestros alumnos, como es el caso de la generación espontánea o el lamarckismo (Gil, 1999). Probé la realidad de estas observaciones en mi Unidad Didáctica a través de las Actividades 1, 2, 3, 5 y 9.

b. Las TICs

En pleno Siglo XXI y como parte de la Sociedad de la Información y del Conocimiento, resultaría ilógico no hablar del papel de las nuevas tecnologías o TIC en el aula. El 80% de los docentes ya consideraban en 2006 de gran utilidad el uso de las TICs en las aulas, según el informe de la Comisión Europea (López & Morcillo, 2007). Ahora, 11 años después, podemos encontrar numerosos estudios que avalan las ventajas de las TICs en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Una de las ventajas, es que las TICs han permitido eliminar las barreras espacio-temporales propias de la enseñanza presencial y el alumno es capaz de elegir los contenidos e información según sus necesidades de formación, por lo que podemos hablar de una enseñanza más personalizada. Las nuevas tecnologías también han mejorado la comunicación profesor-alumno y la comunicación alumno-alumno, dando como resultado un proceso de enseñanza y aprendizaje más colaborativo y activo en el que el alumno puede interactuar con la información, lo que aumenta la motivación de los estudiantes y mejora la eficacia educativa (Ferro, Martínez, & Otero, 2009).

Los *student response systems* son herramientas muy útiles para favorecer la participación activa en clase. Consisten en un sistema de respuesta personal con el que se obtiene información de los alumnos en tiempo real. El uso de estos sistemas de respuesta personal trae consigo una serie de beneficios concretos. Por un lado, se mejora el ambiente del aula al aumentar la participación activa del alumnado. Por otro lado, existe una mejora en el aprendizaje de los alumnos, ya que interactúan entre ellos, y se puede obtener un *feedback* del proceso de aprendizaje, útil para el profesor y para el propio alumno (Kay & Lesage, 2009)

Un *software* muy utilizado es *Kahoot*, aunque tenemos otros como *Socrative*, *Pinnion* o *Google forms*. Sin embargo, *Kahoot* es muy atractivo para los alumnos, pues se presenta como un juego de preguntas que tienen que contestar en un tiempo límite, tratando de vencer a los otros jugadores, lo que aumenta mucho la motivación (Moya et al., 2016).

5.2. La importancia del lenguaje en las clases de Origen y Evolución de la vida:

El uso inadecuado del lenguaje parece estar íntimamente ligado a la enseñanza de la Evolución. Se utilizan muchas metáforas y lenguaje figurativo que es básicamente teleológico o antropocéntrico. Esto es un problema cuando los conceptos evolutivos tienen significados muy precisos científicamente: al utilizarlos en estas metáforas, en un intento de simplificar la explicación, pierden su significado correcto y los alumnos terminan confundidos. Por ejemplo, el término de “adaptación” resulta muy ambiguo durante toda la escolarización debido a la transposición didáctica que se hace en los libros de texto, y el alumnado termina atribuyéndole un significado distinto al evolucionista (Gándara Gómez, 2002; Gándara Gómez et al., 2002; Moore, 2002).

Por otra parte, el lenguaje teleológico es fuente de muchas de las concepciones previas de los alumnos. Aunque hay autores que rechazan este tipo de lenguaje y razonamiento en Biología Evolutiva, existen otros que consideran que es sólo una forma de facilitar la comunicación. Incluso hay descubrimientos recientes de la psicología cognitiva que afirman que el razonamiento teleológico es inherente al Ser Humano, por lo que no se puede eliminar nunca (González Galli & Meinardi, 2011).

Pese a esto último, considero que el lenguaje teleológico tendría que evitarse lo máximo posible en las aulas para asegurar un mejor aprendizaje. Y es precisamente por esta razón por la que he decidido utilizar un lenguaje que esquivé este problema en todas las sesiones, aunque la explicación se vuelva más enrevesada y se tarde más en llegar a una conclusión. Pero así me aseguro que la conclusión es mucho más correcta que si, por el contrario, utilizara un lenguaje teleológico “para simplificar” las clases.

Además de todo lo anterior, es muy importante fortalecer las destrezas de procesamiento de la información y desarrollar las competencias argumentativas en el alumnado (Araujo & Cantó, 2015).

IV. ACTIVIDADES

1. Contexto

La Unidad Didáctica que presento es para la asignatura de Biología y Geología de 4º de la ESO. En el Anexo III de la *Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo*, queda establecida la distribución horaria semanal de las materias de Educación Secundaria Obligatoria, correspondiendo 3 horas semanales para la asignatura de Biología y Geología en 4º de la ESO.

Durante el Practicum, mis clases se redujeron a 2 sesiones en prácticamente todas las semanas, ya que coincidieron varias festividades y las vacaciones de Semana Santa. Es por ello que mi Unidad Didáctica está pensada para realizarla en 6 sesiones de 50 minutos cada una, entre las que se distribuyen 13 actividades, más una sesión para el examen. También hay una actividad extra pensada para que la trabajen los alumnos en casa.

2. Participantes

Se trata de un grupo de 24 alumnos (15 chicas y 9 chicos), de buen rendimiento académico, muy preocupados por la nota y con bastantes perspectivas de futuro. No hay nadie con ningún tipo de adaptación curricular ni de necesidad especial. Las chicas están más centradas que los chicos, que se despistan más y son más habladores entre ellos durante las clases.

3. Objetivos, Contenidos y Estándares de aprendizaje

Los contenidos de mi Unidad Didáctica están recogidos en el currículo de Educación Secundaria Obligatoria de Aragón establecido en la *Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo*, pero, además, he añadido el contenido del “lenguaje en Biología Evolutiva” para ampliar y enriquecer el tema. Cada contenido trabaja unas competencias clave y unos objetivos, también marcados por el currículo, y quedan recogidos en la siguiente tabla:

Origen y evolución de la vida

COMPETENCIAS CLAVE: CMCT, CAA, CCL, CSC, CEC

ELEMENTOS TRANSVERSALES: comprensión lectora y la expresión oral y escrita.

| CONTENIDOS | OBJETIVOS | ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE | CC |
|---|---|---|--------------|
| Origen y evolución de los seres vivos | Interpretar árboles filogenéticos, incluyendo el humano. | Interpreta árboles filogenéticos. | CMCT-CAA |
| Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra | Conocer las principales teorías sobre el origen de la vida en la Tierra a lo largo de la Historia | Conoce las principales teorías sobre el origen de la vida en la Tierra | CMCT-CSC-CCL |
| Teorías de la Evolución | Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo. | Distingue las características diferenciadoras entre lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo | CMCT-CSC-CEC |

| | | | |
|---|---|---|------------------|
| El hecho y los mecanismos de la evolución | Comprender los mecanismos de la evolución destacando la importancia de la mutación y la selección. Analizar el debate entre gradualismo, saltacionismo y neutralismo. | Establece la relación entre variabilidad genética y la importancia de las mutaciones en la evolución con distintas teorías. | CMCT-CAA-CSC |
| La evolución humana: proceso de hominización. | Describir la hominización. | Reconoce y describe las fases de la hominización. | CMCT-CCL-CSC-CEC |
| El lenguaje en Biología Evolutiva | Reconocer la importancia del lenguaje en Biología Evolutiva y su influencia en artículos de divulgación científica. | Tiene una visión crítica a la hora de analizar el lenguaje en artículos de divulgación científica | CCL-CAA |

4. Listado de actividades

La Unidad Didáctica se desglosa en actividades con las que se pretende alcanzar unos objetivos concretos y con las que se trabajan unas competencias clave. Se relaciona todo en las siguientes tablas:

| LISTADO DE ACTIVIDADES | | | |
|------------------------|--|--|-----------------------|
| Sesión (50 min) | Actividad | Objetivos | Competencias Clave |
| 1 | <u>Actividad 1, de desarrollo</u> (50min): <i>Congreso de ciencia</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las aportaciones de la ciencia a lo largo de la historia sobre el origen de la vida. - Ser conscientes de la influencia de la sociedad sobre el pensamiento - Elaborar una hipótesis a partir de unas observaciones - Argumentar de acuerdo a esa hipótesis - Tolerar ideas contrarias a las propias | CMCT-CSC- CCL |
| 2 | <u>Actividad 2, de desarrollo</u> (35 min): Explicación del fijismo, catastrofismo, Lamarck, Darwin | <ul style="list-style-type: none"> - Analizar las primeras teorías del origen de la Biodiversidad. - Conocer el contexto y la evolución histórica de las primeras teorías del Origen de la Biodiversidad - Comprender los mecanismos de la evolución - Diferenciar entre lamarckismo y darwinismo - Conocer ejemplos cercanos y llamativos | CMC-CSC |
| | <u>Actividad 3, de desarrollo</u> (10 min): Explicación de Selección sexual y coevolución. | <ul style="list-style-type: none"> - Conocer el contexto histórico de la Selección Sexual - Comprender la selección sexual y la coevolución a través de ejemplos llamativos. | |
| | <u>Actividad 4, de refuerzo</u> (5 min): Paralelo entre lamarckismo y darwinismo | <ul style="list-style-type: none"> - Sintetizar los postulados de cada teoría - Conocer las diferencias que existen entre las distintas teorías - Elaborar apuntes claros que recojan de manera visual todo lo que se tienen que estudiar. | |

| Sesión (50 min) | Actividad | Objetivos | Competencias Clave |
|--------------------|--|--|-----------------------|
| 3 | <u>Actividad 5, de desarrollo</u> (40 minutos): <ul style="list-style-type: none"> - Explicación de Modelos evolucionistas actuales: neodarwinismo, saltacionismo, gradualismo - Explicación de Bases genéticas de la variabilidad | <ul style="list-style-type: none"> - Analizar los modelos evolucionistas actuales - Comprender los mecanismos de la evolución destacando la importancia de la mutación y la selección. - Analizar el debate entre gradualismo, saltacionismo y neutralismo. | CMCT-CAA-CSC |
| | <u>Actividad 6, de refuerzo</u> (10 minutos): <i>Kahoot</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Afianzar conceptos - Promover la reflexión - Unificar todo lo dado hasta el momento - Mejorar el uso de las TICs | CAA-CMCT-CD |
| 4 | <u>Actividad 7, de desarrollo</u> (20 min): Explicación de adaptación y especiación | <ul style="list-style-type: none"> - Comprender los mecanismos y las razones de la especiación - Conocer ejemplos cercanos y llamativos - Relacionar el aislamiento sexual con animales actuales | CMCT-CSC |
| | <u>Actividad 8, de ampliación</u> (30 min): <i>Mitos sobre la evolución</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Desmontar creencias populares acerca de la evolución. - Reforzar conceptos que no queden claros - Debatir distintos puntos de vista - Conocer aplicaciones de la Biología evolutiva en la sociedad, y su importancia. | CCL-CSC-CEC |

| Sesión (50 min) | Actividad | Objetivos | Competencias Clave |
|--------------------|--|--|-----------------------|
| 5 | <u>Actividad 9, de desarrollo</u> (30 min): Explicación de las pruebas de la evolución | <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las pruebas de la evolución - Relacionar las pruebas con disciplinas científicas - Ser conscientes de la importancia de apoyar una hipótesis con pruebas | CMCT-CSC |
| | <u>Actividad 10, de desarrollo y ampliación</u> (20 min): <ul style="list-style-type: none"> - Visionado de anuncio publicitario - <i>Construyendo un árbol filogenético</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Interpretar árboles filogenéticos - Realizar árboles filogenéticos - Implicaciones sociales de conocer nuestros orígenes | CAA-CSC-CEC |
| 6 | <u>Actividad 11, de introducción</u> (10 min): <i>¿Conocemos nuestro cuerpo?</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las características que nos hacen ser Seres Humanos. | CAA |
| | <u>Actividad 12, de desarrollo</u> (35 minutos): Explicación de la hominización | <ul style="list-style-type: none"> - Describir la hominización | CMCT |
| | <u>Actividad 13, de ampliación</u> (5 minutos): <i>La evolución humana desde el punto de vista cinematográfico</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Analizar una película en la que se contempla la hominización | CAA-CCL-CEC |
| - | <u>Actividad 14, extra</u> <i>Análisis de artículo periodístico</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Analizar el lenguaje de un artículo periodístico de divulgación. - Trabajar la argumentación científica - Promover la visión crítica - Identificar ideas lamarckistas, darwinistas y neodarwnisitas | CCL-CSC-CEC-CAA-CMCT |

RECURSOS UTILIZADOS POR EL ALUMNO

- Apuntes dados por la profesora en formato digital (Power Point) o material (hojas)
- Libro de texto
- Smartphone y ordenador con acceso a Internet

5. Desarrollo de actividades

A continuación, se pasa a explicar el desarrollo de cada actividad por separado.

Actividad 1:

- Tipo de actividad: de desarrollo de la teoría
- Requerimientos: grupos de 3 o 4 personas
- Material necesario: fichas proporcionadas por la profesora con información de cada teoría.
- Desarrollo: cada grupo de alumnos representará a un grupo de científicos que defendió una teoría del Origen de la Vida en su tiempo: la generación espontánea, Francesco Redi, Pasteur, la panspermia, el caldo primordial y las chimeneas hidrotermales. Se proporcionará unos apuntes distintos a cada grupo y, tras una investigación guiada, los alumnos tendrán que averiguar en qué consiste su teoría para después exponerlo frente a todos, como si se tratara de un congreso de ciencia. Se espera que se promueva el debate entre ellos y cada uno defienda su teoría.

Actividades 2, 3 y 5:

- Tipo de actividad: de desarrollo de la teoría
- Material necesario:
 - Apuntes proporcionados por la profesora de la teoría de Darwin.
 - Power Point
- Desarrollo: son clases “teóricas” en las que se hará una introducción para contextualizar cada teoría en su tiempo y que los alumnos conozcan los acontecimientos que permitieron su planteamiento.

Se rebajará la carga teórica explicando conceptos relacionados con las teorías clásicas de la evolución (Lamarck y Darwin) y los modelos evolucionistas actuales (neodarwinismo, saltacionismo y neutralismo) por medio de muchas ejemplificaciones utilizando Power Point como apoyo visual.

Actividad 4:

- Tipo de actividad: de refuerzo
- Requerimientos: individual
- Desarrollo: los alumnos harán una tabla que recoja los postulados de la teoría de Lamarck y la de Darwin para comparar cada uno de ellos, en la medida que se pueda.

Actividad 6:

- Tipo de actividad: de refuerzo
- Requerimientos: parejas o grupos de 3 personas
- Material necesario:
 - *Smartphone*
 - Proyector y ordenador con acceso a internet
- Desarrollo: los alumnos buscarán www.kahoot.it con su *Smartphone*. En el proyector aparecerán preguntas a modo de juego y ellos contestarán desde el móvil en el tiempo estimado. Se trata de una actividad de refuerzo en la que se persigue afianzar todos los conceptos vistos anteriormente, promover la reflexión y unificar todo lo dado hasta el momento.

Actividad 7:

- Tipo de actividad: de desarrollo de la teoría
- Material necesario: Power Point
- Desarrollo: por una parte, los alumnos construirán una definición de adaptación entre todos para asignar el mismo significado cada vez que utilicen el término de adaptación biológica.

Por otra parte, para enseñar los conceptos de “especie”, “especiación” y los tipos que hay, los alumnos comentarán cada uno de los ejemplos de un Power Point, justificando por qué creen que se produce una especiación.

Actividad 8:

- Tipo de actividad: de ampliación
- Material necesario:
 - Caja con papeles (Anexo II.B)
 - Power Point
- Desarrollo: consiste en escoger al azar un papel de una caja y leer en voz alta la frase escrita. Después, los alumnos tendrán que decir si lo que pone en el papel se trata de un mito o si, por el contrario, es verdad desde el punto de vista científico. Algunas de las cuestiones se responderán con una presentación en Power Point. Las preguntas que se trabajaron en esta actividad están recogidas en el apartado B del Anexo II.

Actividad 9:

- Tipo de actividad: de desarrollo de la teoría
- Material necesario: Power Point
- Desarrollo: es una clase teórica en la que se debatirá sobre las pruebas científicas que apoyan la Teoría de la Evolución.

Actividad 10:

- Tipo de actividad: de desarrollo de la teoría y ampliación
- Requerimientos: actividad individual
- Material necesario:
 - Ordenador y proyector
 - Material proporcionado por la profesora (Anexo II.C)
- Desarrollo: la Actividad 10 comienza con el visionado de un anuncio publicitario actual en el que se trata el tema de las relaciones genéticas entre las personas. A través de esta introducción se pretende buscar la atención de los alumnos para explicarles qué es un árbol filogenético. A continuación, se les propone un caso de medicina evolutiva en humanos a partir del cual ellos tendrán que construir un árbol filogenético. Este ejercicio está recogido en el apartado C del Anexo II.

Actividad 11:

- Tipo de actividad: de introducción a la teoría
- Requerimientos: actividad individual
- Desarrollo: es una actividad previa al estudio de la evolución humana y que pretende facilitar su comprensión. Los alumnos, de pie, irán tocando con los ojos cerrados todas aquellas partes del cuerpo relevantes en la hominización: cráneo, manos, pies, piernas y brazos, forma de la cara, etc.

Actividad 12:

- Tipo de actividad: de desarrollo de la teoría
- Desarrollo: los alumnos debatirán sobre las diferencias que nos hacen ser humanos, tanto físicas como psicológicas, y si esas características son exclusivas del *Homo sapiens* o, por el contrario, también están presentes en otras especies.

Actividad 13:

- Tipo de actividad: de ampliación
- Material necesario:
 - Ordenador
 - Proyector
- Desarrollo: se verá un fragmento de la película *2001: Una odisea del espacio*, y los alumnos tendrán que analizar, en voz alta, qué es lo que pasa en esa escena, qué tiene que ver con la evolución del hombre y qué fallos podrían sacarle.

Actividad 14:

- Tipo de actividad: extra/de ampliación/de refuerzo
- Material necesario: artículo y preguntas sobre el mismo (Anexo II.D)
- Desarrollo: los alumnos analizarán en casa un artículo científico de divulgación. Se les proporcionará, además, unas preguntas sobre el artículo para guiar el análisis, las cuales se pueden consultar en el apartado D del Anexo II.

6. Metodología utilizada en las actividades: elección y justificación

Las actividades propuestas para esta Unidad Didáctica están pensadas para hacer las clases participativas y activas, en las que los alumnos adquieran cierta perspectiva histórica y se alejen del lenguaje teleológico. Algunas de las actividades ejercitan la capacidad de razonamiento y comprensión lectora, y se busca en todo momento que vean una aplicación de todos los conceptos dados en clase mediante el uso de ejemplos cercanos al alumnado.

La idea es que los alumnos tengan al final de la unidad un esquema mental lo más parecido posible al neodarwinista. Para ello, me apoyé en el visionado de distintos ejemplos de organismos en los que quedara claro este razonamiento. Intenté, además, introducir ejemplos diferentes todos los días posibles, a modo de un entrenamiento, y que éstos fueran lo más llamativos o lo más cercanos a su vida cotidiana posible para que encontraran una relación y una utilidad al estudio de la Biología Evolutiva (Actividades 2, 3, 7, 8, 9, 11).

Para minimizar las horas teóricas y hacer las clases más participativas, decidí hacer una actividad de una sesión en la que ellos fueran los que trabajaran las teorías del Origen de la Vida por equipos (Actividad 1). La intención era que fueran conscientes del proceso histórico y de que relacionaran los cambios sociales con los cambios científicos. Además, otro aspecto de esta actividad es que ellos mismos son los que crean sus propios apuntes, lo cual facilita el estudio y enriquece el aprendizaje. Como en el Colegio trabajan por aprendizaje cooperativo, aproveché los grupos ya hechos.

Otros de los propósitos de mi Unidad Didáctica es conseguir que no vean la Biología Evolutiva como algo desconectado del mundo y del resto de disciplinas. Es, en realidad, un

pilar fundamental para comprender la vida, y esta visión se la intento trasladar a ellos mediante la Actividad 8, relacionando la teoría con cosas que pueden encontrar en la actualidad (antibióticos, agricultura, nuestras características físicas y nuestros comportamientos, etc.) y mediante la Actividad 10 (mediante esta actividad, además, el profesor puede observar si comprenden las cosas, puede detectar ideas equivocadas y se promueve el debate en clase).

En mi Unidad Didáctica, he querido reforzar la comprensión lectora y la expresión escrita de los estudiantes mediante la Actividad 14, pues tienen una comprensión de textos científicos bastante pobre. El análisis de un artículo periodístico puede ser una buena herramienta para trabajar estos aspectos, ya que, para analizar un artículo, es necesario que los alumnos tengan clara la teoría, comprender el texto, explotar su visión crítica y argumentar para respaldar su opinión. El material proporcionado al alumno para realizar esta actividad está recogido en el apartado D del Anexo II.

Las TICs han estado presentes en todas las clases. Los ejemplos, debido a la necesidad de tener imágenes de referencia, los mostré en Power Point aprovechando el ordenador y el proyector de la clase, así como los vídeos. Además, en la Actividad 6 los alumnos necesitaron utilizar el *Smartphone*.

V. EVALUACIÓN FINAL

1. Las Competencias Clave:

Las competencias clave se trabajan a través de las distintas actividades propuestas y fueron evaluadas con los estándares de aprendizaje indicados en la Unidad Didáctica. A continuación, presento una tabla en la que se relacionan las competencias clave con las actividades en las que son trabajadas.

| COMPETENCIAS CLAVE | ACTIVIDADES |
|---------------------------|---|
| CCL | 1, 8, 13, 14 |
| CMCT | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 14 |
| CAA | 5, 6, 10, 11, 13, 14 |
| CEC | 8, 10, 13, 14 |
| CSC | 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 14 |
| CD | 6 |
| SIE | Aunque no se trabaja en ninguna actividad en concreto, sería transversal a todas ellas, pues los alumnos tienen que demostrar tener una capacidad de análisis, planificación, resolución de problemas, etc. |

2. Los estándares de aprendizaje:

Los estándares de aprendizaje que se han utilizado para evaluar a los alumnos son los oficiales, pero también se utilizan algunos propios para poder evaluar contenidos que no estaban indicados en el currículo.

La evaluación será del tipo formativa y continua. Se valorará la participación de los alumnos en clase y su capacidad de interpretación y argumentación, para lo cual el profesor se puede valer de un diario de clase. La actividad 1 y la actividad 14 son las únicas actividades evaluables, y se propone utilizar las rúbricas del apartado A y B del Anexo I respectivamente.

Por último, el examen constará de preguntas de teoría, para favorecer a los alumnos que tengan más habilidad estudiando, pero también habrá preguntas de aplicación de conceptos, tal y como se ha estado trabajando durante toda la Unidad. El examen se puede consultar en el Anexo III.

En la siguiente tabla, establezco la relación entre las actividades evaluables y su evaluación: estándares de aprendizaje e instrumentos de evaluación utilizados y competencias clave adquiridas.

| Actividad | Estándares de aprendizaje | Competencias Clave | Instrumento de evaluación |
|---------------------|---|--------------------|---|
| Actividad 1 | Conoce las principales teorías sobre el origen de la vida en la Tierra | CMCT-CSC-CCL | Rúbrica |
| Actividad 14 | Tiene una visión crítica a la hora de analizar el lenguaje en artículos de divulgación científica | CCL-CAA | Rúbrica |
| | Distingue las características diferenciadoras entre lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo | CMCT-CSC-CEC | |
| Examen | Interpreta árboles filogenéticos. | CMCT-CAA | Prueba escrita con preguntas cerradas y abiertas. |
| | Distingue las características diferenciadoras entre lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo | CMCT-CSC-CEC | |
| | Establece la relación entre variabilidad genética y la importancia de las mutaciones en la evolución con distintas teorías. | CMCT-CAA-CSC | |
| | Reconoce y describe las fases de la hominización. | CMCT-CCL-CSC-CEC | |

VI. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

La nota final se calculará con los siguientes porcentajes:

- Un 20% de la nota final se corresponderá con la nota de la Actividad 1.
- Un 20% de la nota final se corresponderá con la nota de la Actividad 14.
- Un 50% de la nota final se corresponderá con la nota del examen.
- Un 10% de la nota final se corresponderá con la nota por participación en clase.

Los criterios de calificación del examen quedarán indicados en el mismo, de manera que los alumnos sabrán, antes de empezar la prueba, cómo se calificará cada pregunta. Estos criterios están expuestos en el examen que se puede encontrar en el Anexo III.

La Actividad 1 será una nota grupal, obtenida mediante una rúbrica, en la que se valorará la expresión oral y la calidad de las conclusiones. La calificación de los criterios seleccionados y sus indicadores se pueden consultar en el apartado A del Anexo I.

La Actividad 14 será una nota individual, obtenida también mediante una rúbrica, en la que se valorará la expresión escrita y la calidad de las conclusiones. La calificación de los criterios seleccionados y sus indicadores se pueden consultar en el apartado B del Anexo I.

La participación de clase se valorará según un diario de clase y la observación del profesor.

VII. REFLEXIÓN Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

En base a la información obtenida en la búsqueda bibliográfica me pude imaginar que enseñar Evolución no es una tarea sencilla. Primero, por todos los aspectos que obstaculizan su enseñanza y aprendizaje, como la escasa formación del profesorado en Biología Evolutiva que provoca incomodidad y rechazo hacia el tema del origen y evolución de la vida. Dado que en mi trayectoria académica no había estudiado nada acerca de Evolución, era consciente de mis propias lagunas, así que me documenté con libros para aclarar dudas y reforzar conceptos como la Selección Natural, mecanismos evolutivos, etc. (González Candelas, 2009; Lane, 2009).

Fue entonces cuando me di cuenta de que bastantes de mis ideas previas de Evolución y Selección Natural eran las mismas que las que muchos autores identificaban en alumnos de Secundaria. Las ideas alternativas en el alumnado es otro aspecto que hace difícil la enseñanza del origen y evolución de la vida, siendo las más comunes la visión teleológica, pensamiento antropocéntrico y el planteamiento lamarckista.

La unidad didáctica está basada en referencias de metodologías que han funcionado y son más adecuadas para enseñar este tema que las tradicionales, por lo que el diseño de las actividades tiene su justificación teórica: las clases participativas y activas para no caer en el error de la típica sobrecarga teórica; la perspectiva histórica de todas las teorías evolucionistas y no evolucionistas para que los alumnos no tengan una visión de la ciencia anecdótica, si no que vean la continuidad en el pensamiento científico; alejar a los alumnos del lenguaje teleológico, evitando metáforas y lenguaje que dé lugar a equivocasiones, aunque esto haga que la explicación sea un poco más trabajosa; trabajar la teoría desde el visionado de muchos ejemplos, para que vayan cogiendo la dinámica del razonamiento; que encuentren un sentido y una aplicación a la Biología Evolutiva.

Creo que esta forma de abordar las clases hizo más ameno el temario aunque, por supuesto, siempre hay momentos más densos en los que cuesta seguir la clase. Pero en general, y según mi percepción, los alumnos se interesaban más cuando tocaba comentar algún ejemplo que durante el resto de la clase. Muchas veces eran los propios alumnos los que encontraban un tema que debatir, y era en los debates donde podía analizar si habían comprendido los conceptos o no. Todo esto enriquecía mucho las horas de clase.

Los resultados finales de los chicos y chicas en el examen fueron bastante buenos. La nota media del grupo estuvo entre el notable y el sobresaliente. Habían estudiado mucho y parecían entender los conceptos. Pero hay que resaltar que no fue nada sorprendente que sacaran esas calificaciones, pues se trataba de un grupo de buen rendimiento académico y la media grupal había estado siendo la misma durante el resto del año.

Donde me gustaría hacer hincapié es en las impresiones de la actividad del análisis del artículo (Actividad 14). Aquí, las calificaciones fueron más heterogéneas. Los indicadores de la rúbrica de esta actividad no estaban enfocados a evaluar si respondían de manera parecida o no a como lo había hecho yo (al fin y al cabo, se trataba de una actividad un tanto subjetiva). De hecho, muchos de los alumnos que sacaron un sobresaliente reconocieron ideas del autor del artículo como darwinistas, mientras que yo las interpretaba como lamarckistas. Sin embargo, estos alumnos supieron justificar bien sus opiniones, argumentaron las ideas apoyándose en los conceptos teóricos dados en clase, de manera que construían una opinión propia bien fundamentada. Este sí me parecía un buen indicador para ser evaluado, por lo que lo añadí a la rúbrica.

Fue muy difícil corregir un artículo tan subjetivo en el que, dependiendo de cómo interpretaras las ideas del autor, éstas podían ser lamarckistas o darwinistas. Probablemente el artículo que escogí no era el más adecuado para utilizarlo en esta actividad, por lo que sería recomendable cambiar el artículo y elegir uno más adecuado a los fines de la actividad.

Solamente unos pocos alumnos hicieron la actividad muy bien, mientras que en el resto se podía notar un vacío en la expresión escrita y en la argumentación científica. En cuanto a la adquisición de una visión neodarwinista en los alumnos, por sus respuestas se podía apreciar que un pequeño grupo no terminaba de comprender bien el concepto de evolución por Selección Natural, mientras que el resto sí parecían entenderlo, aunque les faltaba dominarlo.

Con todo, según los resultados de las actividades y mi experiencia durante las clases, me inclino a pensar que la mayoría de los alumnos sí parecen haber entendido la Teoría de la Evolución de Darwin. Pero, ¿cómo podemos estar seguros de que han aprendido?

La evaluación es una parte muy importante del proceso de enseñanza y aprendizaje y considero que, por falta de tiempo en el desarrollo de la unidad didáctica ya que tuve que prescindir de varios días, mi evaluación no es lo bastante completa como para proporcionar datos suficientes que nos aseguren un aprendizaje. Por ello, para mejorar esta propuesta didáctica y tener más datos acerca de lo que saben los alumnos, propongo repetir el cuestionario inicial a los alumnos y comprobar si realmente existe un aprendizaje significativo.

VIII. CONCLUSIONES DEL MÁSTER

El Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato es un trámite por el que tenemos que pasar todos los que queremos dedicarnos a la enseñanza. Ante esto, uno puede tomarse las cosas de dos maneras: sacar adelante el máster de forma casi autómatas porque “es algo que hay que hacer”, sin encontrar utilidad a nada de lo que se enseña y avanzar en el curso con el único fin de obtener un título. O, por el contrario, aprovechar la oportunidad para relajarse, aprender y disfrutar aprendiendo cosas muy diferentes a toda la formación académica anterior (al menos en el caso de ciencias).

Resulta irónico cómo aspiramos trasladar a los alumnos una inquietud por querer aprender y conocer cosas nuevas, pero somos nosotros los primeros que no aprovechamos la oportunidad de hacerlo cuando se nos presenta. Muchos tenemos tan interiorizada la “titulitis” que parece que hacemos las cosas por resignación. Sin embargo, es imprescindible que un buen docente posea esas ganas de aprender, de ver la vida con ojos curiosos y querer saber más sobre cualquier cosa. Es una actitud que notan los alumnos y se contagia.

Ha sido un año duro. Como punto negativo he de decir que el máster está cargado de gran cantidad de trabajos y prácticas, además del examen final, que luego tienes que conciliar con otras actividades y vida personal. En mi caso, he ocupado el 90% del día entre clases, trabajos y exámenes, tanto del máster como de otras cosas que me han coincidido este año. Pero ahora que he terminado he de decir que me ha aportado muchas cosas.

La primera de ellas es la oportunidad de poder dedicarme a lo que me gusta. He descubierto un mundo del que apenas conocía nada, como el de la investigación didáctica, la orientación, la resolución de conflictos o las nuevas metodologías educativas. Para mí, este ha sido uno de los puntos fuertes del máster. Nos han mostrado las orientaciones iniciales para luego nosotros poder seguir investigando y obtener recursos didácticos una vez empezemos a ejercer como docentes.

La segunda, es la oportunidad de realizar el Practicum. Me ha quedado bastante claro en el máster que teoría sin práctica no tiene nada de provechoso. El Practicum ha sido indispensable para mejorar o completar mi formación, pues es aquí donde realmente conoces tus puntos débiles y tus puntos fuertes; donde te desenvuelves con los chicos y chicas y puedes aprender de ellos; donde realmente eres consciente de si el camino de la docencia es el correcto para ti o no.

Por último, y no por ello menos importante, ahora soy capaz de analizar el panorama educativo desde otro punto de vista. Como siempre que se aprenden cosas nuevas, aumenta la capacidad crítica y analítica. He aprendido cómo funciona un Centro por dentro, las complicaciones burocráticas y la responsabilidad y todo el trabajo que el profesor lleva sobre sus hombros.

En definitiva, a pesar de los momentos complicados y estresantes durante el curso, puedo decir que empecé con motivación y terminé el máster más motivada todavía, con ganas de seguir formándome (nunca se termina de aprender y nunca es suficiente) y de comenzar mi carrera profesional para llegar a formar parte de la gran comunidad educativa, tan necesaria en nuestras vidas.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias de Didácticas de las Ciencias:

- Abrams, E. (2001). The how's and why's of biological change: how learners neglect physical mechanisms in their search of meaning *International Journal of Science Education*, 23(12), 1271-1281.
- Alters, B. J., & Nelson, C. E. (2002). Perspective: Teaching Evolution in Higher Education. *Evolution: International Journal Of Organic Evolution*, 56(10), 1891-1901.
- Araujo, R., & Cantó, J. (2015). El árbol de la vida, un juego para la superación de los obstáculos al aprendizaje de la evolución biológica. *Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, 8(15), 59-71.
- Banet, E., & Ayuso, G. E. (2003). Teaching of biological inheritance and evolution of living beings in secondary schools. *International Journal of Science Education*, 25(3), 373-407.
- Berkman, M. B., Pacheco, J. S., & Plutzer, E. (2008). Evolution and creationism in America's classrooms: A national portrait. *PLoS Biology*, 6(5).
- Bishop, B. A., & Anderson, C. W. (1990). Student Conceptions of Natural Selection and its Role in Evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 415-427.
- Castro, L. (2007). Docencia y evolución: la biología evolutiva de la enseñanza secundaria. *Revista de la Sociedad Española de Biología Evolutiva*, 2(1), 63-66.
- Demastes, S. S., Good Roland, G., & Peenles, P. (1996). Patterns of conceptual change in Evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(4), 407-431.
- Demastes, S. S., Settlage, J., & Good, R. (1995). Student's Conceptions of Natural Selection and Its Role in Evolution: Cases of Replication and Comparison. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 535-550.
- Fernández, J. J., & Sanjosé, V. (2007). Permanencia de ideas alternativas sobre Evolución de las Especies en la población culta no especializada. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*(21), 129-149.
- Ferro, C., Martínez, A. I., & Otero, M. C. (2009). Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*(29).
- Gallego, A., & Muñoz, A. (2015). Análisis de las hipótesis evolutivas en alumnos de Educación Secundaria y Bachillerato. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 35-54.
- Gil, J. (1999). *Enseñanza de la óptica desde una perspectiva constructivista*. Universidad de Extremadura, Badajoz.

- González Galli, L., & Meinardi, E. (2011). *Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por Selección Natural. El problema de la teleología*. Paper presented at the VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental.
- González Galli, L., & Meinardi, E. (2015). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por Selección Natural, en estudiantes de escuela secundaria en Argentina. *Ciência & Educação*, 21(1), 101-122.
- Grau, R., & De Manuel, J. (2002). Enseñar y aprender evolución: una apasionante carrera de obstáculos. *Alambique*, IX(32), 56-64.
- Griffith, J. A., & Brem, S. K. (2004). Teaching Evolutionary Biology: Pressures, Stress and Coping. *Journal Of Research in Science Teaching*, 41(8), 791-809.
- Gándara Gómez, M. (2002). Dificultades para transponer un concepto científico al contexto de la Enseñanza Secundaria Obligatoria: el caso de la adaptación biológica. In *Aspectos didácticos de ciencias naturales (biología)* (Vol. 4, pp. 175-209).
- Gándara Gómez, M., Gil, M. J., & Sanmartín, N. (2002). Del modelo científico de "adaptación biológica" al modelo de "adaptación biológica" en los libros de texto de Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 303-314.
- Hernández R., M. C., Álvarez Pérez, E., & Ruiz Gutiérrez, R. (2009). La selección natural: aprendizaje de un paradigma. *Teorema*, 28(2), 107-121.
- Kampourakis, K., & Zogza, V. (2008). Student's intuitive explanations of the causes of homologies and adaptations. *Science & Education*, 17(1), 27-47.
- Kay, R. H., & Lesage, A. (2009). Examining the benefits and challenges of using audience response systems: a review of the literature. *Computers & Education*, 53(3), 819-827.
- Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lemke, J. L. (1993). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Linares, M., Gisbert, J., & Garzón, A. (2014). *Propuestas didácticas para tratar el origen y evolución de los seres vivos usando recursos TICs y desde una visión constructivista del conocimiento*. Paper presented at the Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.
- López, M., & Morcillo, J. G. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 562-576.

- Marín, M. (2003). Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*(Número extra), 43-45.
- Mayr, E. (1983). How to carry out the adaptationist program? *The American Naturalist*, 121(3), 324-334.
- Moore, R. (2002). Undergraduate's understanding of evolution: Ascriptions of agency as a problem for student learning. *Journal of Biological Education*, 36, 65-70.
- Moya, M. M., Carrasco, M. M., Jiménez, M. A., Ramón, A., Soler, C., & Vaello, M. T. (2016). *El aprendizaje basado en juegos: experiencias docentes en la aplicación de la plataforma virtual "Kahoot"*. Paper presented at the XIV Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria.
- Naranjo Cardona, L. C. (2013). *Diseño de una Unidad Didáctica para la enseñanza de la Evolución*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Nehm, R. H., & Schonfeld, I. S. (2007). Does Increasing Biology Teacher Knowledge of Evolution and the Nature of Science Lead to Greater Preference for the Teaching of Evolution in Schools? *Journal of Science Teacher Education*(18), 699-723.
- Oliva, A. (2014). Desarrollo de la personalidad durante la adolescencia In *Desarrollo psicológico y educación: Psicología evolutiva* (Vol. 1, pp. 471). Madrid: Larousse-Alianza Editorial.
- Palacios, J. (1999). *Desarrollo afectivo y social* (E. F. López, I., Fuentes, M.J. y Ortiz, M.J. Ed. Vol. 1). Madrid: Psicología:pirámide.
- Passmore, C., & Stewart, J. (2002). A modeling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 185-204.
- Piaget, J. (1985). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Barcelona: Paidós.
- Samarapungayan, A., & Reinout, W. (1997). Children's thought on the origin of species. A study of explanatory coherence *Cognitive Science*, 21(2), 147-177.
- Sanz, T. (2007). El reto de enseñar evolución: uso de ejemplos cercanos al alumnado. *Revista de la Sociedad Española de la Biología Evolutiva*, 2(2), 69-73.
- Settlage, J., & Jensen, M. (1996). Investigating the inconsistencies in college student responses to natural selection test questions. *The electronic Journal of Science Education*, 1(1).
- Smith, M. (2010). Current Status of Research in Teaching and Learning Evolution: II. Pedagogical Issues. *Science and Education*, 19(4-8), 523-538.
- Álvarez, E., Noguera, R., & Esparza, M. S. (2012). Enseñar y aprender Biología Evolutiva en el Siglo XXI. *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 5(9), 80-88.

Leves y reglamento:

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*, 10 de diciembre de 2013, núm 295. [Consultado el 3 de enero de 2017]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-12886-consolidado.pdf>

ORDEN ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. *Boletín Oficial de Aragón*, 2 de junio de 2016, núm. 105. [Consultado el 3 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=910768820909>

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 3 de enero de 2015, núm 3. [Consultado el 3 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>

Otros:

González Candelas, F. (2009). *La evolución, de Darwin al genoma*. Valencia: Universidad de Valencia.

Lane, N. (2009). *Los diez grandes inventos de la evolución*. Barcelona: Ariel.

X. ANEXOS

ANEXO I.A: Rúbrica para evaluar la Actividad 1

| | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------------------|--|--|---|
| Expresión escrita (10%) | Repite palabras y expresiones en un lenguaje coloquial. No hay orden en las ideas expuestas. | Repite palabras y expresiones. Poco orden en las ideas expuestas | Orden en las ideas, aunque repite algunas expresiones de lenguaje coloquial |
| Defensa/argumentación (20%) | Repite las ideas, pero sin llegar a ninguna conclusión. | Repite las ideas, llega a una conclusión, pero muy pobre. | Llega a una conclusión tras exponer sus argumentos. |
| Conceptos correctos (40%) | No relaciona los datos proporcionados para llegar a un concepto correcto de la teoría | Relaciona los datos pero llega a un concepto ambiguo e incompleto de la teoría | Relaciona los datos y llega a un concepto correcto de la teoría |
| Expresión oral (30%) | Expone su teoría y su trabajo de manera desordenada e incoherente | Expone su teoría y su trabajo de manera ordenada pero confusa | Expone su teoría y su trabajo de manera ordenada. |

ANEXO I.B: Rúbrica para evaluar la Actividad 14

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|--|---|---|--|
| Expresión escrita (20%) | Repite palabras y expresiones en un lenguaje coloquial. No hay orden en las ideas expuestas. | Repite palabras y expresiones. Poco orden en las ideas expuestas | Orden en las ideas, aunque repite algunas expresiones de lenguaje coloquial | No repite expresiones, orden correcto en la exposición de sus ideas. |
| Identificación de ideas lamarckistas o darwinistas (20%) | No ha identificado ninguna idea, ni lamarckista ni darwinista. | Sólo identifica ideas lamarckistas o ideas darwinistas, pero no de ambas. | Identifican ideas de ambas teorías, aunque con alguna confusión. | Identifican ideas de ambas teorías. |
| Defensa/argumentación (20%) | Repite las ideas, pero sin llegar a ninguna conclusión. | Repite las ideas, llega a una conclusión, pero muy pobre. | Llega a una conclusión tras exponer sus argumentos. | Ideas bien fundamentadas, ordenadas, argumenta a favor de su opinión apoyándose en evidencias científicas. |
| Relación con los conceptos dados en clase (20%) | No hace ninguna relación con los conceptos dados en clase | Hace alguna relación con los conceptos dados en clase | Introduce conceptos dados en clase, aunque algo ambiguos. | Introduce correctamente conceptos dados en clase. |
| Análisis del artículo (20%) | Analiza el artículo sin ninguna perspectiva científica | Analiza el artículo desde una visión lamarckista. | Analiza el artículo desde una visión neodarwinista, aunque con confusiones. | Analiza el artículo desde una visión neodarwinista. |

ANEXO II.A: Cuestionario inicial

CUESTIONARIO DE IDEAS PREVIAS: LA EVOLUCIÓN DE LAS ESPECIES

1. ¿Qué te sugiere la palabra “**evolución**”? (Puedes contestar con una frase o con conceptos sueltos)
2. Indica la respuesta que piensas que es correcta.

La evolución de los seres vivos:

- a) No tiene ningún objetivo.
- b) Se produce con el objetivo de perfeccionar las especies.
- c) A veces se produce con el objetivo de degradar alguna especie.

Según las teorías científicas actuales, las serpientes no tienen patas a diferencia del resto de reptiles porque:

- a) No las han usado durante muchas generaciones, ya que aprendieron a obtener sus recursos vitales arrastrándose sobre la hierba.
- b) El debilitamiento y pérdida de las patas supuso una ventaja para su reproducción en sus hábitats naturales.
- c) Sufrieron una radiación catastrófica que causó una mutación en todas las serpientes prehistóricas, perdiendo las patas en pocas generaciones.

Los humanos tenemos menos pelo que los otros primates porque:

- a) Ya no lo necesitamos para protegernos del frío, lo cual atrofia sus raíces generación tras generación.
- b) Ha supuesto una ventaja reproductiva perder pelo, y esa energía se emplea en otras funciones
- c) Agentes mutágenos en el ambiente, aún no controlados.

3. ¿Hay especies más evolucionadas que otras? Si es así, pon un ejemplo que se te ocurra de especie muy evolucionada y otro de especie poco evolucionada.
4. Imagina que vas a coger una rebanada de pan bimbo para hacerte una tostada, pero te das cuenta que tiene una capa de moho. ¿Alguna vez te has preguntado de dónde sale ese moho? ¿Cómo crees que ha aparecido ahí?
5. Si realizásemos un experimento que consistiera en cortar la cola a unos ratones durante varias generaciones, y ver qué ocurre en la descendencia, ¿cómo crees que nacerían los ratones al cabo de 40 generaciones, con cola o sin cola?
6. Por último, ¿qué te gustaría aprender acerca de la evolución?

ANEXO II.B: Actividad 5

¿Mito o realidad?

1. El hombre interfiere en la evolución de otras especies.
2. El Ser Humano es el organismo más evolucionado de todos.
3. Saber de evolución no sirve para nada.
4. Podemos predecir cómo vamos a evolucionar.
5. El amor tiene una ventaja evolutiva.

ANEXO II.C: Actividad 10

LA MEDICINA Y LOS ÁRBOLES FILOGENÉTICOS.

A. Problema:

Llega a tu consulta un paciente con la siguiente sintomatología:

- *Cuadro clínico:* hemorragias internas, gingivitis aguda (hinchazón de encías). Sensación de cansancio constante, humor irritable y depresión.
- *Resultados del análisis de sangre:* **concentración de vitamina C muy baja.**
- El paciente dice llevar una dieta rica en grasas, sin tomar frutas ni verduras desde hace un año.

Creas que hay una relación entre la falta de vitamina C y los síntomas del paciente. *Vamos a investigar por qué este paciente tiene una cantidad de vitamina C tan baja en el cuerpo.*

B. Búsqueda de información:

Buscas en artículos científicos para averiguar si ha habido más casos como este.

Encuentras estudios de investigadores que dicen haber encontrado el gen responsable de que algunos animales sean capaces de sintetizar o producir vitamina C. Sin embargo, en otros animales este gen tiene varias mutaciones que provocan que su cuerpo no pueda producir vitamina C.

| ESPECIE | SECUENCIA DEL GEN | ¿PUEDE SINTETIZAR VITAMINA C? |
|---------------|-------------------|-------------------------------|
| Ratón | CTTCTG | SÍ |
| Gorila | TTTGTG | NO |
| Cerdo | CTTCTC | SÍ |
| Lemur | TTTGTC | NO |

C. Comprobamos si nuestro paciente también tiene mutaciones en este gen:

1. Sacamos una muestra de sangre al paciente para obtener su ADN y poder secuenciar el gen que nos interesa:

| ESPECIE | SECUENCIA DEL GEN |
|---------------|-------------------|
| Humano | TTTGTG |

2. Comparamos la secuencia con los otros animales.

| ESPECIE | SECUENCIA DEL GEN | ¿PUEDE SINTETIZAR VITAMINA C? |
|---------------|-------------------|-------------------------------|
| Ratón | CTTCTG | SÍ |
| Gorila | TTTGTG | NO |
| Cerdo | CTTCTC | SÍ |
| Lemur | TTTGTC | NO |

Humano

TTTGTG

D. Diagnóstico y tratamiento:

Diagnóstico: el paciente padece de escorbuto debido a que no puede sintetizar vitamina C por naturaleza. Al llevar una dieta baja en vitaminas, no adquiere la cantidad suficiente que necesita su cuerpo, por lo que tiene una baja concentración de vitamina C.

Tratamiento: _____

E. Buscamos respuestas en la evolución:

Quieres poner en orden todos estos resultados para averiguar en qué momento de la historia de la evolución aparecieron estas mutaciones. Para ello, decides hacer un **árbol filogenético**.

1. Forma grupos de especies que tengan una secuencia del gen parecida.

| Grupo A | Grupo B |
|---------|---------|
| | |

2. Marca las diferencias en la secuencia del gen entre las especies de un mismo grupo.

| Grupo A | Grupo B |
|---------|---------|
| | |

3. Ordena por grado de parentesco a las especies sabiendo que las que tengan menos diferencias, tendrán un mayor grado de parentesco, mientras que las especies más diferentes, serán las más alejadas evolutivamente.
4. Une a las especies más emparentadas hasta construir un árbol filogenético. ¿Cuándo apareció la mutación?

ANEXO II.D: Actividad 14

Lee el artículo y contesta a las preguntas en una hoja aparte:

1. **¿Cuál es tu opinión respecto al artículo?** (Orden de las ideas, forma de expresarse, nivel del contenido científico).
2. **Subraya de un color las ideas darwinistas (si las hay) que crees que introducen en el texto** (todas las que tengan que ver con la presencia de características ventajosas, mutaciones, selección natural), **y en otro color las ideas lamarckistas (si las hay)** (desarrollo o atrofiamiento de características por uso y desuso).
3. La teoría evolutiva aceptada por la ciencia es el neodarwinismo. **¿Crees que el artículo representa fielmente las ideas de esta teoría o, por el contrario, resulta confuso? ¿En qué teoría parece que se ha basado el escritor para explicar la evolución de la mano?**
4. Si te decidieras a escribirle al escritor de este artículo, **¿qué le recomendarías corregir?**

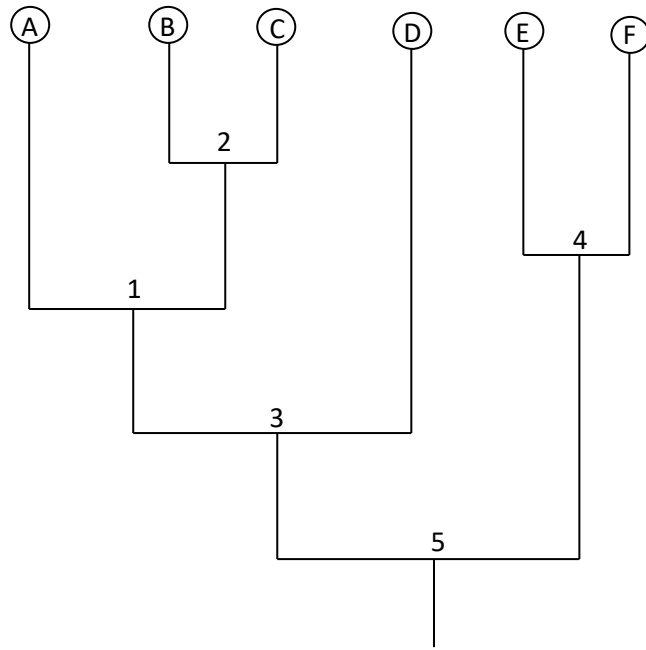
ANEXO III: Examen

EXAMEN TEMA: EL ORIGEN DE LA VIDA Y LA EVOLUCIÓN

Nombre: _____ Curso: _____

Nº: _____ Fecha: _____

1. Elige una de las teorías del origen de la vida y explícala brevemente. ¿Es esa la más aceptada actualmente? Si no es así, ¿cuál es? (1 punto).
2. ¿Cómo explicaría Darwin el color blanco de los osos polares? (1,25 puntos)
3. ¿Cuál es el motor de la evolución en las siguientes teorías? ¿En qué consiste cada uno? (0,75 puntos)
 - a. Darwin
 - b. Neodarwinismo
 - c. Neutralismo
4. Explica cuál es la principal diferencia entre la teoría evolutiva de Darwin y el Neodarwinismo. Pon un ejemplo. (1 punto)
5. Indica si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones. En caso de ser falsa di por qué (0,5 puntos).
 - a) En la teoría del equilibrio puntuado, las especies evolucionan de forma lenta después de un periodo de estasis
 - b) La teoría neutralista se llama así porque las mutaciones no aportan ninguna característica favorable ni desfavorable.
6. ¿Qué diferencia hay entre especiación alopátrida y especiación simpátrida? Pon un ejemplo (0,5 puntos)
7. Indica qué tipo aislamiento reproductivo ha tenido lugar para que los siguientes individuos de una población no puedan reproducirse entre sí (0,75 puntos):
 - a) Un ratón y un elefante
 - b) Un animal cuya etapa fértil es en agosto y otro animal cuya etapa fértil es en marzo
 - c) El hijo de un humano y un gorila.
8. a) ¿Qué diferencia hay entre órganos análogos y órganos homólogos? Escribe un ejemplo de cada uno de ellos. (1 punto)
b) ¿Se puede considerar una prueba de la evolución? ¿Por qué? (0,5 puntos)
9. Observa la siguiente imagen y contesta a las preguntas (1,75 puntos):



- ¿Qué representa esta imagen?
- ¿Cuántas especies hay?
- ¿Qué indican los números?
- ¿Es más reciente la especie B o la especie D?
- ¿Cuál es más reciente, el antepasado común de E y F o el de A y D?
- ¿Qué especies tienen un grado de parentesco mayor, B y C o E y F?
- ¿Cuál es el antepasado común a todas las especies?

10. Nombra 2 cambios en el cuerpo humano asociados al bipedismo y 2 desventajas (1 punto)