

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

Especialidad en Biología y Geología

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2018-2019**

Experimentando y jugando con la genética humana
Experimenting and playing with human genetics

Autor: Sandra Pérez Rodríguez
Director: José Francisco Llorens Benito



Universidad
Zaragoza



A lo largo de este trabajo se ha hecho un uso genérico del masculino para aludir conjuntamente a ambos sexos.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| I. INTRODUCCIÓN | 3 |
| a. Presentación personal y del currículo académico..... | 3 |
| b. Contexto del centro donde se han realizado los <i>Practicum</i> I, II, III..... | 3 |
| c. Presentación del trabajo..... | 3 |
| II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE 2 ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL <i>PRACTICUM</i> | 5 |
| a. Realización de una programación didáctica (Diseño Curricular de Física y Química y Biología y Geología)..... | 5 |
| b. Identificación de especies vegetales en el Campus San Francisco (Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología)..... | 6 |
| III. PROPUESTA DIDÁCTICA | 8 |
| a. Título y nivel educativo..... | 8 |
| b. Evaluación inicial..... | 8 |
| c. Objetivos..... | 12 |
| d. Marco teórico..... | 12 |
| d.1. Justificación de la propuesta didáctica | 12 |
| d.2. Adecuación de la propuesta didáctica al centro educativo | 13 |
| d.3. Justificación de la metodología utilizada..... | 14 |
| IV. PROPUESTA DIDÁCTICA. ACTIVIDADES | 16 |
| a. Contexto: grupo clase | 16 |
| b. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje..... | 16 |
| c. Competencias clave | 18 |
| d. Metodología..... | 18 |
| V. EVALUACIÓN FINAL | 24 |
| VI. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA | 28 |

| | |
|--|----|
| VII. CONCLUSIONES | 31 |
| BIBLIOGRAFÍA | 33 |
| ANEXO I. CUESTIONARIO DE LA EVALUACIÓN INICIAL | 35 |
| ANEXO II. RÚBRICAS DE EVALUACIÓN | 37 |
| ANEXO III. PRODUCCIONES DE LOS ALUMNOS DEL INFORME ESCRITO ... | 39 |
| ANEXO IV. PRUEBA ESPECÍFICA ESCRITA | 43 |
| ANEXO V. EVALUACIÓN DEL DOCENTE..... | 45 |

I. INTRODUCCIÓN

a. Presentación personal y del currículum académico

Me llamo Sandra Pérez, he estudiado el grado de Biotecnología, un máster de Biología Celular y Molecular, y estoy realizando un doctorado en Ingeniería Biomédica en la Universidad de Zaragoza. Sin embargo, aunque mi perfil académico parezca que vaya a dedicarme al ámbito de la investigación, mi pasión es la enseñanza. Supongo que todo empezó cuando nació mi hermano pequeño y empezamos a jugar a los profesores. Desde la primera vez, me encantó ayudarlo a aprender cosas tan simples como el abecedario o colores, pero según fuimos creciendo, comencé a explicarle temario más complicado para ayudarlo a entender las leyes de la física o los procesos metabólicos celulares. De esta forma, me convertí en su profesora particular. Fui extendiendo esta actividad para ayudar a mis amigos y los amigos de mi hermano, y tras finalizar cada sesión, ambas partes quedábamos muy satisfechos. Para mí, la sensación de haberles ayudado a entender los contenidos y aprobar los exámenes, era muy gratificante. De esta forma, descubrí que quería ser profesora algún día. Sin embargo, me gustaría compaginar esta profesión con mi otra pasión, la investigación. A lo largo de mi formación académica, me he dado cuenta de las ventajas que presenta la experimentación para la comprensión de conceptos, por lo que como profesora, me gustaría ser capaz de desarrollar unidades didácticas en las que los alumnos puedan convertirse en pequeños científicos y aprendan experimentando.

b. Contexto del centro donde se han realizado los *Practicum* I, II, III

Estas prácticas se han llevado a cabo en el instituto La Salle Franciscanas Gran Vía, situado en la calle Santa Teresa de Jesús 23, en el barrio conocido como Distrito Universidad de la ciudad de Zaragoza. En este barrio se concentran uno de los mayores porcentajes de población de la ciudad, en torno a 53.000 habitantes, y posee edificios de uso productivo, educativo y cultural, sanitario y deportivo como el centro comercial Aragonia, el Centro Empresarial de Aragón, el Campus Central Universidad de Zaragoza, el Conservatorio Superior de Música de Aragón, el Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud (IACS), los hospitales públicos Clínico Universitario y el Universitario Miguel Servet, el Palacio de Deportes y el Campo de Fútbol Romareda. Según el informe global sobre la ciudad y sus distritos, realizado por el Observatorio Urbano de Zaragoza y su Entorno en 2018, en el Distrito Universidad suelen residir personas de un nivel socioeconómico medio-alto, con rentas por hogar de casi 40.000 euros, frente a los 31.500 euros de media en Zaragoza, por lo que la mayoría de alumnos/as que acuden al centro no presentan problemas de carácter económico

La Salle Franciscanas Gran Vía es un centro educativo cristiano, sin ánimo de lucro, perteneciente a la Red de Centros La Salle e identificado con su carácter propio, que ofrece una formación educativa concertada y bilingüe en inglés para la Secundaria Obligatoria y privada para Bachillerato.

c. Presentación del trabajo

En el trabajo presente desarrollo la propuesta didáctica que implementé en el curso de 4º de ESO del centro durante mi *Practicum* III, en la que trato los contenidos de genética

humana. Dado que es mi ámbito de especialidad, he intentado transmitir mi entusiasmo por la ciencia y compartir curiosidades relacionadas con el tema.

Como he explicado previamente, considero de gran importancia el compaginar clases teóricas con sesiones prácticas, ya que se ha demostrado que este tipo de metodologías permiten una mayor interacción entre profesor y alumnos, y promueven un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes (Rodríguez, 2011). Por ello, he dedicado desarrollar una propuesta en la que se combinan clases magistrales en la que se imparten contenidos con programas de presentación de elaboración propia, en las que se incluyen numerosas preguntas, tablas sin rellenar o curiosidades que permiten la intervención de los alumnos constantemente para asentar conceptos, con metodologías más dinámicas como la gamificación con *quiz-show*, prácticas de laboratorio, estudios de caso individuales y resolución de problemas prácticos.

Además, se realiza un análisis crítico de dos actividades realizadas en el máster y su aplicación en la docencia. He seleccionado el desarrollo de una programación didáctica, ya que lo considero de gran importancia a la hora de afrontar un nuevo curso con organización, y una sesión práctica que realizamos en la asignatura de diseño, organización y desarrollo de actividades en la que identificamos especies vegetales de un entorno cercano y que sirve como ejemplo de los beneficios de incluir sesiones prácticas a lo largo del curso.

II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE 2 ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL *PRACTICUM*

a. Realización de una programación didáctica (Diseño Curricular de Física y Química y Biología y Geología)

La primera actividad que quiero analizar es la realización de una programación didáctica que tuvimos como tarea durante el primer cuatrimestre en la asignatura de Diseño Curricular de Física y Química y Biología y Geología. Debíamos redactar de manera ordenada los contenidos, objetivos, metodología y criterios de evaluación y calificación del curso de ESO o Bachiller que eligieramos. En mi caso, estudiante de la especialidad de Biología y Geología, decidí centrar en esta asignatura para el curso de 4º de ESO, ya que era el curso en el que iba a aplicar la propuesta didáctica durante el *Practicum III*.

Esta actividad me parece imprescindible para nuestra formación como docentes, ya que debemos ser capaces de planificar el curso escolar antes de su inicio, partiendo de los contenidos recogidos en el currículo según la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

En primer lugar, entendí la importancia de definir unos objetivos claros que van a servir de guía a lo largo del curso. También, aprendí que existen numerosos instrumentos de evaluación, y que hay que saber seleccionar el adecuado para cada una de las actividades que se van a realizar.

Sin embargo, quizá la parte que más de impacto fue que gracias a esta actividad, interioricé que la organización de un año académico no es simplemente conocer los contenidos que hay que impartir, si no que existe un gran trabajo adjunto. Por ejemplo, hay que definir todas las actividad que se quieren llevar a cabo, ya que algunas de ellas pueden requerir el uso de aulas especializadas o la colaboración de otros docentes, por lo que es recomendable organizarlas con tiempo. Estas actividades no tienen que estas únicamente relacionadas con la materia que impartimos, si no que también hay que tener en cuenta elementos transversales, competencias clave o planes de competencia lingüística. En la unidad didáctica que implementé durante el *Practicum III*, traté elementos transversales como la importancia de las donaciones de sangre e incluí un par de vídeos en inglés para fomentar el lenguaje, pese a que esta asignatura no estaba incluía en el plan de bilingüismo.

Además, me he dado cuenta de que es muy importante saber adaptar los contenidos y el ritmo al aula que estás enseñando, teniendo en cuenta el nivel inicial del alumnado y la presencia de Alumnos Con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (ACNEAE). En cuanto al ritmo de la clase, he aprendido la gran utilidad de las evaluaciones iniciales, que permiten conocer el nivel previo de los alumnos y determinar los problemas o fallos de concepto que los estudiantes. De esta forma, se puede adecuar las sesiones para realizar repasos en caso necesario, o avanzar a un ritmo más rápido si se considera que esos contenidos ya han sido asimilados. En mi caso, los resultados de la evaluación inicial indicaban malentendidos entre conceptos genéticos y procesos de herencia mendeliana. Por tanto, decidí utilizar la primera mitad de la primera sesión para realizar un repaso utilizando vídeos divulgativos. En el caso de adaptaciones curriculares, éstas deben

quedar recogidas en el Plan de Atención a la Diversidad (PAD). Durante el *Practicum I*, tuve acceso al PAD del colegio y pude observar con más detalle las adaptaciones que llevaban a cabo. Sin embargo, durante el *Practicum III* no había ningún ACNEAE en mis clases, por lo que no pude llevar a cabo estas medidas en primera persona.

A rasgos generales, destaco que es una actividad completamente necesaria. Sin embargo, el único problema que encontré fue la falta de retroalimentación que recibimos sobre la tarea. Tras entregar el documento, obtuvimos una calificación final de ella, pero no supimos qué aspectos fueron evaluados positiva o negativamente. Esto dificulta el proceso de mejora, ya que se desconocen los errores. De cara a próximos años, creo que este sería el único aspecto a tener en cuenta como propuesta de mejora.

b. Identificación de especies vegetales en el Campus San Francisco (Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología)

A lo largo de la asignatura de diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología, hemos realizado numerosas sesiones prácticas en las que hemos podido aprender distintas metodologías que podremos aplicar en las aulas y afrontar posibles problemas que nos podemos encontrar como futuros docentes. En concreto, he decidido centrarme en la práctica 9 que consistió en la identificación de especies vegetales en el Campus San Francisco.

Esta sesión incluía dos tareas diferentes. Por un lado, partíamos de una lista de términos anatómicos y nuestra tarea era identificar especies vegetales que los presentaran. Para ello, en primer lugar debíamos entender el significado de los diferentes conceptos, y posteriormente, realizar una búsqueda activa por el campus de especies con estas características. Por ejemplo, para las hojas aciculares, seleccionamos las de los pinos.

Esta actividad me pareció muy útil y entretenida, ya que se aprenden conceptos nuevos mediante una metodología de gamificación en la que hay que buscar una serie de elementos en un área definida. Estudios sobre el uso de la gamificación en el aula han demostrado que aumenta la motivación de los alumnos, permite adaptar la actividad al ritmo de cada uno de ellos y favorece la sociabilización y trabajo en equipo (Kapp, 2012). Personalmente, como alumna que ha realizado esta actividad, estoy completamente de acuerdo con estas conclusiones y me ha hecho darme cuenta de lo interesante que son este tipo de metodologías en el aula.

Además, otra ventaja que considero que tiene la realización de este tipo de actividades, es que permite relacionar conceptos teóricos con aspectos cotidianos de tu día a día. Habitualmente, los libros de texto incluyen imágenes descriptivas o ilustrativas de la morfología de especies vegetales, pero no siempre pertenecen a ejemplos cercanos o fáciles de recordar, o incluyen imágenes de todos los términos que se nombran en la teoría. Gracias a esta práctica, los alumnos van a poder asociar todos los términos anatómicos que se hayan impartido en la teoría a árboles y arbustos que ven habitualmente, lo que facilitará su memorización y asimilación de contenidos.

La segunda parte de la sesión, consistía en identificar mediante claves dicotómicas tres especies vegetales del campus. Para ello, contábamos con libros que incluían dichas

claves y fichas de una gran variedad de árboles y arbustos. De esta forma, se introducían nuevos contenidos teóricos, como la clasificación por claves dicotómicas. Mediante esta actividad, vimos un uso práctico en el que había que aplicar los contenidos teóricos previamente vistos. Esta relación teórico-práctica es de gran importancia, ya que se ha demostrado que ver una utilidad práctica de los conceptos teóricos aumenta la motivación de los estudiantes (Junco, 2010).

Por último, me gustaría destacar que esta actividad no es sólo útil desde el punto de vista del alumno, para favorecer un aprendizaje significativo o aumentar su motivación, si no que también aporta información necesaria al docente si la realiza previamente a exponérsela a sus estudiantes. De esta forma, el profesor puede anticiparse a posibles problemas que puedan surgir y tratar de evitarlos. Por ejemplo, durante la realización de la segunda parte de la sesión, nos enfrentamos a varias dificultades como los escasos detalles que incluía el libro de claves dicotómicas sobre los conceptos o características, en los que tan sólo mostraba una imagen esquemática que no siempre fue suficiente para decantarnos en nuestra selección, haciendonos dudar de la elección que debíamos tomar. Otra dificultad fue darnos cuenta que algunas especies comunes como el olivo, no aparecían recogidas en el libro. Al encontrarnos con un olivo, decidimos identificarlo mediante claves dicotómicas, pero tras repetir el proceso varias veces, modificando la respuesta en los momentos de duda, nunca llegábamos a la ficha del olivo. Finalmente, nos dimos cuenta de que esta especie no estaba recogida. A consecuencia de estas dificultades, como docentes, podemos determinar que, quizás, éste no sea el libro de claves dicotómicas más adecuado para la edad y experiencia de nuestros alumnos, y que sería recomendable utilizar otro más sencillo o incluso elaborar nuestros propios materiales adaptados a la práctica. Anticipándonos a los problemas a los que pueden enfrentarse nuestros alumnos, nos aseguramos que la actividad va a tener un mejor rendimiento.

III. PROPUESTA DIDÁCTICA

a. Título y nivel educativo.

En este trabajo se presenta la propuesta didáctica *Experimentando y jugando con la genética humana*, implementada en los dos grupos de alumnos que cursan la asignatura de Biología y Geología en 4º de ESO. Estos contenidos quedan recogidos en el currículo de dicho curso, perteneciendo al bloque 1.

b. Evaluación inicial.

Según queda recogido en el currículo regido por la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, los contenidos referentes a la genética se imparten por primera vez en el bloque 1 de 4º de ESO. Sin embargo, previamente en el bloque 3 de 3º de ESO, se han establecido las bases moleculares y celulares.

En concreto, la propuesta didáctica que se va a implementar consiste en la unidad de genética humana, que corresponde al tema 7 del libro de Biología y Geología para 4º ESO de la editorial Oxford, libro de texto utilizado en el centro. Previo a este tema, se han impartido los temas de genética molecular y genética mendeliana, que son indispensables para entender la genética humana. Dado que en el momento de mi incorporación, no se había realizado ninguna prueba de evaluación referente a estos contenidos, consideré oportuno realizar una evaluación inicial en la que se incluyeran las bases impartidas en 3º de ESO y los contenidos de los temas anteriores de 4º de ESO. En esta prueba también se introdujeron preguntas para evaluar ideas alternativas. Estas ideas preconcebidas se obtuvieron a partir de una búsqueda bibliográfica (Alonso, 2014; Argento, 2013; Armenta, 2008; Montañez, Melisa, Mayoral, & Sara, 2015; M. K. Smith, Wood, & Knight, 2008), observación sistemática durante el *Practicum I* y entrevistas con conocidos sin conocimientos sobre Biología. Con esta evaluación inicial se pretendía determinar el nivel del alumnado en relación a la genética y poder abordar de manera adecuada y eficaz la unidad didáctica, determinándose si era necesario realizar sesiones de repaso al comienzo o avanzar a un ritmo mayor los conceptos ya asentados.

La evaluación inicial (*anexo I*) consistió en una prueba escrita con 11 preguntas de tipo verdadero o falso y 7 preguntas de tipos test con respuesta única. Estas preguntas están agrupadas en cuatro temas de conocimiento según un código de colores. Las preguntas de color verde están relacionadas con genética molecular y corresponden a los contenidos de 3º de ESO, las azules determinan si se entiende el concepto de genotipo y fenotipo, las naranjas tratan sobre genética mendeliana y distintos tipos de herencia, mientras que las amarillas analizan lo que se conoce sobre ingeniería genética.

A continuación, se muestran en porcentajes de acierto y gráficas de elección, las respuestas que han proporcionado los alumnos de 4º ESO ante la prueba inicial que se les ha planteado. Para facilitar su entendimiento de una manera visual, en las preguntas de V/F se han coloreado los porcentajes de acierto en función del rango al que pertenecen: rojo [0 – 25), naranja [25 – 50), amarillo [50 – 75) y verde [75 – 100] (*tabla I*). Por otro

lado, en las de tipo test, se muestra el porcentaje de elección de cada respuesta, marcando en color verde la correcta (fig. 1).

| | % acierto |
|---|------------------|
| Cuando envejeces, tu pelo se va volviendo de color blanco, por lo que cambia tu fenotipo | 33,3 |
| Los genes lo determinan todo, desde el sexo, hasta las enfermedades que vas a sufrir | 19,4 |
| Todas las células tienen el mismo material genético, excepto los gametos | 47,2 |
| La dominancia de un gen depende del país o zona en la que vivas | 61,1 |
| Si unos padres tienen los ojos marrones (gen dominante), pueden tener un hijo con ojos azules (recesivo) | 75,0 |
| Heredas el 50% de tu genoma de tu padre, y el otro 50% de tu madre, por lo que un 25% de tu genoma viene de cada uno de tus abuelos | 41,7 |
| Si tu padre no es calvo, tú tampoco serás calvo | 88,9 |
| Gracias a la ingeniería genética podemos elegir el sexo de nuestros hijos | 52,8 |
| La dominancia de un gen puede depender del sexo | 61,1 |
| Si te pareces mucho más a tu padre que a tu madre es porque has heredado más genes de él | 55,6 |
| Normalmente se usa la frase 'lo lleva en la sangre' para señalar cuando un hijo se parece mucho a sus padres. Esto se debe a que la herencia reside en la sangre. | 91,7 |
| Dos gemelos tienen la misma información genética, por lo que su fenotipo será idéntico | 22,2 |
| Un par de cromosomas homólogos está formado por un cromosoma del padre y otro de la madre | 69,4 |
| La investigación en el campo de la genética puede ayudar a encontrar la cura de enfermedades genéticas | 97,2 |
| Cuanto más cantidad de material genético tiene un organismo más complejo es | 55,6 |
| Se ha obtenido la secuencia completa del genoma humano | 19,4 |

Tabla 1. Porcentajes de acierto en las respuestas de verdadero y falso obtenidos en la evaluación inicial. Leyenda: rojo [0 – 25), naranja [25 – 50), amarillo [50 – 75) y verde [75 – 100].



Fig. 1. Porcentaje de elección de las respuestas propuestas para las preguntas de tipo test. Las respuestas correctas se muestran en verde.

Para resumir los resultados y determinar los conceptos en los que más ideas alternativas y dudas existen, se han calculado los porcentajes de acierto agrupando las preguntas en cuatro grandes bloques, en función del temario al que pertenecen (fig. 2), según el código de colores previamente explicado.

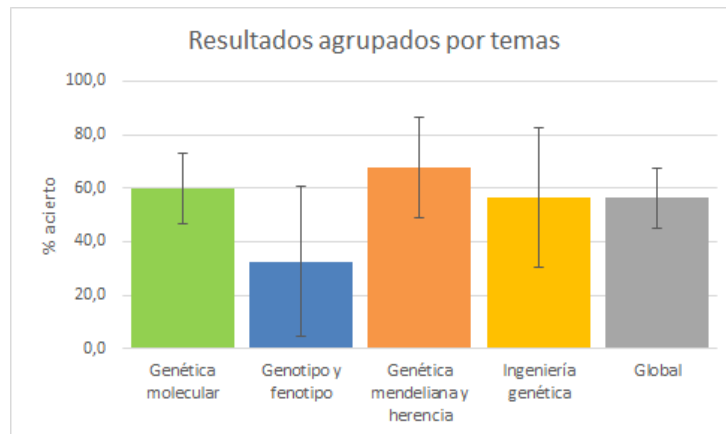


Fig. 2. Resultados agrupados por temario del porcentaje de acierto de los alumnos de 4º ESO en la evaluación inicial.

A partir de los resultados obtenidos, podemos deducir que los alumnos presentan grandes dudas en cuanto a los conceptos de genotipo y fenotipo (*fig. 2*), respondiendo correctamente un 32.6 ± 28 %. Además, se evidencia que no han comprendido estos conceptos cuando se contradicen en preguntas similares, pero redactadas de manera diferente. Por ejemplo, en las preguntas de V/F se les pregunta si ‘Todas las células tienen el mismo material genético, excepto los gametos’ o ‘Dos gemelos tienen la misma información genética, por lo que su fenotipo será idéntico’, donde el porcentaje de acierto ronda el 20 % (*tabla 1*), indicando que los estudiantes piensan que el genotipo determina por completo el fenotipo. Sin embargo, en la pregunta de tipo test ‘El fenotipo está determinado por’, tan sólo el 19.4 % de los alumnos eligen la opción de únicamente los genes, y más del 55 % responden correctamente con los genes y el medio ambiente (*fig. 1*).

Otro aspecto en el que he notado que hay incoherencias es en las implicaciones que tiene la meiosis. Parece que han comprendido el proceso y su finalidad, ya que el 80 % han respondido correctamente que se obtienen 4 células haploides (*tabla 1*), aunque tan sólo el 41.7 % entiende las consecuencias de la recombinación genética, ya que contesta correctamente la pregunta de si ‘Heredas el 50% de tu genoma de tu padre, y el otro 50% de tu madre, por lo que un 25% de tu genoma viene de cada uno de tus abuelos’ (*fig. 1*). Sin embargo, parece que no relacionan que la fusión de un gameto femenino con un gameto masculino, obtenidos por meiosis, formarán una nueva célula diploide a partir de la cual se formará un nuevo individuo. Esta falta de relación se deduce al ver los porcentajes de acierto a preguntas (*tabla 1* y *fig. 1*) como ‘Todas las células tienen el mismo material genético, excepto los gametos’ del 47.2 %, ‘Las mutaciones se heredan cuando afectan a’ del 11.1 % y ‘Las células que poseen la información genética para transmitir impulsos nerviosos son’ del 30.6 %.

Por último, parece que la mayoría entiende los conceptos de herencia dominante y recesiva, aunque algunos poseen las ideas alternativas de que la herencia mendeliana depende del país o zona en la que vivas, o que heredas más de un progenitor que de otro si te pareces más a él. Además, en cuanto a las preguntas relacionadas con el tema de herencia humana que aún no han empezado a estudiar, muchos alumnos ya tienen nociones básicas sobre él como que existe la herencia ligada al sexo (61.1 % de acierto)

o que el Síndrome de Down está causado por una trisomía en el cromosoma 21 (69.4 %) (tabla 1 y fig. 1).

A partir de los resultados obtenidos y para favorecer la comprensión de los conceptos asociados a la herencia humana, se consideró oportuno utilizar el comienzo de la primera sesión para realizar un repaso en el que se explique de manera breve y esquemática el proceso desde la meiosis hasta el comienzo de embriogénesis. Esta relación es de gran importancia, ya que el resultado de la meiosis, es la gametogénesis, donde se forman óvulos y espermatozoides haploides y diferentes entre ellos, siendo la base de los estudios de genética humana. También, se decidió realizar especial hincapié en diferenciar los conceptos de genotipo y fenotipo, introduciendo parte del temario sobre los factores que afectan al fenotipo, proporcionando múltiples ejemplos para que se consoliden las ideas.

c. Objetivos.

Los objetivos didácticos que se persiguen con esta propuesta didáctica son los siguientes:

- Conocer las características del cariotipo humano y sus aplicaciones
- Entender los factores que producen la variabilidad genética
- Distinguir entre caracteres continuos y discontinuos
- Identificar distintos tipos de herencia: herencia cuantitativa, herencia de alelismo múltiple, herencia influida por el sexo y herencia ligada al sexo
- Comprender los mecanismos genéticos y moleculares en la herencia de los grupos sanguíneos
- Conocer los tipos de alteraciones genéticas y sus consecuencias
- Resolver problemas de herencia genética mediante árboles genealógicos

d. Marco teórico

d.1. Justificación de la propuesta didáctica

El estudio de los aspectos básicos de la genética y su transmisión hereditaria se inicia, según queda recogido en el currículo aragonés, en el 4º curso de ESO. Se supone que, en este momento, los estudiantes han desarrollado su capacidad cognitiva y habilidad de razonamiento y deducción necesarias para la comprensión de los fundamentos elementales que rigen las leyes de la genética (Banet & Ayuso, 1995).

Son muchas las investigaciones que muestran la importancia de la enseñanza de la genética en estos niveles académicos. Ayuso y Banet (2002) las recopilan en cuatro razones principales:

- Proporciona las bases fundamentales sobre la localización, transmisión y características hereditarias para facilitar la comprensión de procesos biológicos imprescindibles como la división celular o la reproducción de los seres vivos.
- Esta base genética, debe facilitar la comprensión de los nuevos avances de investigación en este campo de trabajo, fomentando una sociedad informada e interesada por la ciencia.
- Se desarrollan estrategias de resolución de problemas de herencia genética, que favorecen la adquisición de capacidades intelectuales y hábitos de trabajos propios de la actividad científica.
- Muestra una visión global de la ciencia, como un campo en continua revisión y avance, formado por una comunidad de investigadores cuyas bases actitudinales son la tolerancia y respecto interpersonal.

Pese a esto, se sigue considerando que la genética es uno de los apartados de la biología más difíciles para entender por los estudiantes y de los que contiene una mayor dificultad a nivel conceptual. Sin embargo, cabe destacar que es uno de los temas que más pueden motivar e interesar al alumnado, debido a sus aplicaciones en la vida real (M. U. Smith, 1998).

Según Ayuso y Banet (2002), los estudiantes no terminan de comprender los significados de términos genéticos como gen, alelo o gameto, y no relacionan los conceptos entre ellos. Como consecuencia, muchas veces otorgan el mismo significado a términos diferentes. Estos autores razonan que esta inadecuada formación conceptual puede tener origen en la influencia de los medios de comunicación, ambiente familiar y ambiente escolar. Es por tanto, que proponen la definición de objetivos claros sobre los contenidos mínimos que los estudiantes deberían comprender sobre la genética, apoyando una metodología en la que se combine la teoría y la práctica.

d.2. Adecuación de la propuesta didáctica al centro educativo

Esta propuesta se implementó en el centro La Salle Franciscanas Gran Vía, que posee una larga trayectoria en cuanto a la utilización de metodologías innovadoras. La mayoría de los proyectos de innovación que presenta el centro están orientados a trabajo por proyectos y cooperativos, como el Sein (INnovación en SEcundairia), en el que los alumnos agrupados por curso dedican parte de su horario lectivo a la resolución de una problemática cercana a ellos. Los propios alumnos deben plantear dicha problemática, pensar posibles soluciones a la misma y llevar a cabo la que consideren más adecuada y eficaz, yendo más allá del marco teórico. Cabe destacar que este enfoque de trabajo por proyectos es interdisciplinar, ya que implica a diferentes asignaturas cada año, y supone una implantación “en pequeña escala” de otra apuesta mucho más ambiciosa del centro, el Nuevo Contexto de Aprendizaje (NCA).

Por tanto, se consideró que los alumnos tenían una base formativa lo suficiente estable para poder implementar metodologías de análisis crítico y trabajo en equipo.

d.3. Justificación de la metodología utilizada

Para esta unidad didáctica se ha hecho una combinación de clases magistrales con metodologías más innovadoras, que permitan una mayor interacción entre la profesora y los estudiantes y facilitan que los estudiantes realicen un aprendizaje significativo (Rodríguez, 2011).

Según Cross (2003), *‘la clase magistral es monogestionada, es decir, el destinatario no participa en el discurso como un coenunciador al mismo nivel que el enunciador, sino que actúa de acuerdo con las convenciones del género y según las indicaciones de aquél.’* Esto permite que el profesor, convertido en una especie de oráculo de saber, transmita sus conocimientos mediante la argumentación (Yunes & Salazar, 2004). Sin embargo, estudios previos han determinado que un discurso continuo, sin intervención por parte del alumnado, *‘genera una cierta distancia social entre los interlocutores, ya que sitúa a la persona que lo utiliza en una posición superior a la de auditorium’* (Cross, 2013, p.82). Para evitar este distanciamiento, se decidió realizar una clase magistral más interactiva, que consistía en una presentación power point en la que tras impartir pocos conceptos teóricos, se incluían preguntas, tablas incompletas o ejercicios a resolver en clase. De esta forma, los estudiantes deben participar activamente en las sesiones y no se convierten en meros espectadores. Pese a no haber presencia de ACNEAEs en los grupos de 4º de ESO que cursaban Biología y Geología, se decidió realizar una pequeña adaptación en las presentaciones que facilitara la búsqueda de conceptos o apartados, que consistió en la utilización de una serie de símbolos con diferentes significados (fig. 3).

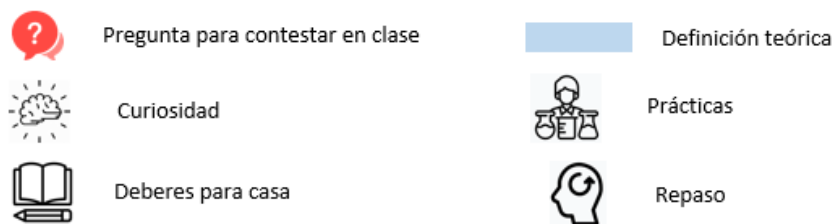


Fig. 3. Simbología utilizada a lo largo de las presentaciones de power point utilizadas como material docente para impartir las clases magistrales

En combinación con las clases magistrales, se han utilizado una serie de metodologías más innovadoras, como la gamificación. Se entiende gamificación como *‘la utilización de mecanismos, la estética y el uso del pensamiento, para atraer a las personas, incitar a la acción, promover el aprendizaje y resolver problema’* (Kapp, 2012). Existen numerosas formas de aplicar esta metodología en el aula, pero en esta propuesta didáctica se ha utilizado una dinámica conocida como *quiz-show*, en la que los alumnos reciben puntos en función de las preguntas que aciertan. Estudios previos demuestran que este tipo de dinámicas tienen resultados muy positivos en cuanto a la motivación y aprendizaje significativo de los alumnos (Castilla, Romana, & López-Terradas, 2013).

También se ha incluido una sesión de prácticas en el laboratorio para trabajar los conceptos de herencia de grupos sanguíneos. Cuando se habla de trabajos prácticos se tiende a referirse a la realización de actividades en la enseñanza de las ciencias con la finalidad de resolver problemas mediante la aplicación de la teoría a aspectos prácticos (del Carmen, 2011). Las prácticas de laboratorio se consideran un subconjunto de la

categoría más amplia de trabajos prácticos (Hodson, 1994) y se caracterizan por el uso de material específico y procedimientos científicos, entre los que se incluyen la observación, formulación de hipótesis, realización de experimentos, análisis de resultados y deducción de conclusiones (Barberá y Valdés, 1996). Los trabajos experimentales de laboratorio con un componente fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, ya que fomentan el pensamiento crítico y creativo y promueven su interés (Fernandez, 2013). Además, esta metodología favorece el análisis de resultados, trabajo en equipo y síntesis para la puesta en común de resultados (A. M. López & Tamayo, 2012).

Por último, se han realizado estudios de caso individuales, en los que, a partir de un problema, en este caso un cariograma humano, los estudiantes deben ser capaces de detectar la anomalía que presenta. Este tipo de metodología favorece la capacidad de los alumnos de análisis y formulación de preguntas adecuadas para alcanzar la solución, la comprensión de datos e información y su habilidad para transmitirla posteriormente en un lenguaje adecuado (Revel, 2013).

Combinando la transmisión de conocimientos teóricos mediante las clases magistrales interactivas, con la aplicación de estos contenidos mediante distintas metodologías innovadoras, se espera que los alumnos consigan un aprendizaje significativo de una manera entretenida que aumente su motivación y participación en el aula.

IV. PROPUESTA DIDÁCTICA. ACTIVIDADES

a. Contexto: grupo clase

La unidad didáctica se implementó en los dos grupos de 4º ESO que cursan Biología y Geología. La diferencia más significativa entre ambos grupos es el número de alumnos, ya que en el grupo 4º AC hay 10 alumnos, mientras que en el grupo 4º B hay 26. Esto se debe a que la asignatura de Biología y Geología para 4º ESO es optativa y cada año varía el número de estudiantes matriculados. En años anteriores, había estudiantes suficientes para formar un único grupo, pero este curso escolar 2018/2019 hubo un aumento en la demanda de la asignatura, por lo que han tenido que organizar los grupos de otra manera. Este desequilibrio viene por tanto de agrupar a la mayoría de alumnos que han elegido la rama científica en la clase de 4º B, dando lugar a un grupo de 26 alumnos, mientras que se ha hecho un desdoble con los alumnos de 4º A y 4º C que habían elegido Biología y Geología, formando un grupo de tan solo 10 estudiantes.

El perfil de los alumnos de ambos grupos es muy similar: estudiantes de nacionalidad española, sin dificultades, ni trastornos de aprendizaje o altas capacidades, por lo que no requieren adaptaciones curriculares significativas o no significativas. Según los informes realizados por la orientadora del centro, el nivel académico de los grupos en general es bastante bueno, ya que los estudiantes que presentan alguna dificultad tienden a elegir optativas de la rama de ciencias sociales, aplicadas o artísticas.

En cuanto a su comportamiento y actitud, el de ambos grupos es muy adecuado, siendo puntuales y respetuosos tanto con la profesora, como con sus compañeros. La mayor diferencia que se encuentra entre ellos es la participación en clase. Mientras que la clase 4º AC participa activamente, preguntando dudas, proponiendo ejemplos o respondiendo las cuestiones de la profesora, los alumnos de 4º B tienden a ser más callados y menos participativos.

b. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje

Esta propuesta didáctica corresponde con la unidad didáctica del tema de genética humana, cuyos contenidos están recogidos en el currículo según la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. Según dicha Orden, estos contenidos pertenecen al bloque 1. La evolución de la vida y se corresponden con los siguientes criterios de evaluación, estándares de aprendizaje de evaluación y su asociación a competencias (*tabla 2*):

| Bloque 1. La evolución de la vida | | |
|---|---|--|
| Criterios de evaluación | EAE | Asociación con las competencias clave |
| Crit.BG.1.4. Formular los principales procesos que tienen lugar en la mitosis y la meiosis y revisar su significado e importancia biológica. | Est.BG.1.4.1. Reconoce las fases de la mitosis y meiosis, diferenciando ambos procesos y distinguiendo su significado e importancia biológica. | CMCT-CAA |
| Crit.BG.1.6. Relacionar la replicación del ADN con la conservación de la información genética y el proceso de transcripción. | Est.BG.1.6.1. Reconoce la función del ADN como portador de la información genética, relacionándolo con el concepto de gen y el proceso de la transcripción. | CMCT |
| Crit.BG.1.7. Comprender cómo se expresa la información genética, utilizando el código genético. | Est.BG.1.7.1. Describe los mecanismos de la expresión genética por medio del código genético. | CMCT |
| Crit.BG.1.8. Valorar el papel de las mutaciones en la diversidad genética, comprendiendo la relación entre mutación y evolución. Relacionar el papel de las mutaciones en las enfermedades. | Est.BG.1.8.1. Reconoce y explica en qué consisten las mutaciones y sus tipos. Así como su aplicación en enfermedades genéticas conocidas. | CMCT |
| Crit.BG.1.9. Formular los principios básicos de Genética Mendeliana, aplicando las leyes de la herencia en la resolución de problemas sencillos. | Est.BG.1.9.1. Reconoce los principios básicos de la Genética Mendeliana, resolviendo problemas prácticos de cruzamientos con uno o dos caracteres. | CMCT |
| Crit.BG.1.10. Diferenciar la herencia del sexo y la herencia ligada al sexo, estableciendo la relación que se da entre ellas. | Est.BG.1.10.1. Resuelve problemas prácticos sobre la herencia del sexo y la herencia ligada al sexo. | CMCT |
| Crit.BG.1.11. Conocer algunas enfermedades hereditarias, su prevención y alcance social. | Est.BG.1.11.1. Identifica las enfermedades hereditarias más frecuentes y su alcance social. | CSC |

Tabla 2. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave asociadas a los contenidos que se han impartido en el tema de genética humana en 4º ESO

c. Competencias clave

A lo largo de esta propuesta didáctica se plantean actividades que permiten el desarrollo de distintas competencias clave. A continuación, se indica con mayor profundidad cómo se desarrollan estas competencias:

Competencia de comunicación lingüística (CCM): el 25 % de la calificación final es la redacción de un informe de formato voluntario, explicando la anomalía que presenta el cariograma que se les ha entregado. Los alumnos tendrán que ser capaces de analizar la información encontrada, sintetizarla y transmitirla de forma adecuada, utilizando un lenguaje científico y divulgativo.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT): aplicando los conocimientos teóricos impartidos en clase, los alumnos deberán aplicarlos para encontrar solución a problemas prácticos. Esta competencia se desarrolla resolviendo problemas numéricos de herencia, analizando los resultados de una prueba de paternidad basada en grupos sanguíneos y determinando la presencia de enfermedades genéticas a partir de un cariograma.

Competencia digital (CD): los alumnos han sido testigo del uso creativo y seguro de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a través de recursos que ha proporcionado la profesora, como ruletas para fomentar la participación en clase o juegos de puntos para repasar la materia, a la que ellos tienen acceso. Además, a la hora de redactar el informe individual, los alumnos tienen que ser capaces de navegar por internet de forma segura, distinguiendo la calidad y veracidad de sus fuentes, además se selecciona la herramienta más útil para la producción de este informe.

Competencia de aprender a aprender (CAA): a lo largo de la unidad se han ido mostrando ejemplos prácticos y se han realizado ejercicios y prácticas donde los alumnos han podido aplicar los conocimientos teóricos a situaciones cotidianas de su realidad. De esta forma, aprenden la utilidad de la materia.

Competencias sociales y cívicas (CSC): se han realizado varios trabajos cooperativos, como la resolución de la prueba de paternidad o un *quiz-show*. Durante estas actividades, los alumnos han tenido desarrollar esta competencia a través del diálogo, el debate, la resolución de conflictos y la asunción de responsabilidades. Además, a lo largo de la unidad didáctica se explican las causas y síntomas distintas enfermedades y anomalías genéticas, para darles visibilidad y concienciar a los alumnos sobre ellas.

d. Metodología

La presente propuesta didáctica consta de 5 sesiones de 50 minutos cada una. A lo largo de estas sesiones, se han desarrollado distintas metodologías que compaginan teoría y práctica. A continuación, se detalla de manera esquemática y visual el desarrollo de cada una de ellas.

| Sesión 1 | |
|---|--|
| Teoría + Ejercicios | |
| Repaso de contenidos | |
| Meiosis, recombinación genética, gametos, embriogénesis y herencia de mutaciones | |
| Tiempo | Recursos |
| 20 minutos | Videos de youtube 'Meiosis' (canal: Amoeba Sisters) y 'Human development' (canal: incredibleleo) |
| Contenidos | |
| Definición, obtención y utilidad del cariotipo y cariograma, características del cariotipo humano, herencia del sexo e inactivación del cromosoma X en mujeres | |
| Tiempo | Recursos |
| 30 minutos | Presentación power point de elaboración propia |
| Objetivos | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Repasar los contenidos de temas previos que, según la evaluación inicial (<i>apartado III.d</i>), no están claros - Asentar las bases de los conceptos de genética, en concreto, las referentes a la especie humana - Conocer las características del cariotipo humano y sus aplicaciones | |
| Competencias clave | |
| CMCT y CAA | |
| Elementos transversales | |
| Elemento | Actividad |
| Competencia lingüística: inglés | Video en inglés subtulado en español 'Meiosis' (canal: Amoeba Sisters) |

| Sesión 2 | |
|--|--|
| Teoría + Ejercicios | |
| Contenidos | |
| Herencia genética y variabilidad en la especie humana, caracteres continuos y discontinuos, herencia cuantitativa y grupos sanguíneos | |
| Tiempo | Recursos |
| 20 minutos | Presentación power point de elaboración propia |
| Objetivos | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Entender los factores que producen la variabilidad genética - Distinguir entre caracteres continuos y discontinuos - Identificar distintos tipos de herencia: herencia cuantitativa y herencia de alelismo múltiple | |
| Prácticas de laboratorio: Prueba de paternidad a partir de grupos sanguíneos | |
| Desarrollo | |
| <p>La actividad consiste en determinar la relación de paternidad entre un individuo y un bebé a partir del grupo sanguíneo que poseen. Para ello, se les cuenta una historia en la que interviene una pareja que ha tenido un bebé recién nacido. Sin embargo, este matrimonio se separó y la mujer comenzó una nueva relación con otro hombre. La historia transcurre en un hospital, donde están haciendo una prueba clínica al bebé, para la que necesitan saber con urgencia cuál de los dos hombres es el padre biológico. Dada la imposibilidad de contactar con los involucrados, deciden realizar una prueba sanguínea a partir de muestras de la madre, los hombres y el bebé que tienen almacenadas en el hospital. Los alumnos se convierten en trabajadores del hospital, a los que se les entregan muestras de sangre de los involucrados y los anticuerpos frente a los antígenos A, B y Rh. A partir de los resultados de aglutinación, tienen que averiguar sus grupos sanguíneos y decidir quién es el padre del bebé. La actividad concluye con una discusión común de los resultados y su correspondiente análisis crítico.</p> | |
| Tiempo | Recursos |
| 30 minutos | MicroBio Simulated Blood Typing Kit. Code: 15E131. Edu-Lab |
| Objetivos | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Aplicar los contenidos teóricos sobre la herencia de grupos sanguíneos para la resolución de un problema práctica de prueba de paternidad - Relacionar los conceptos de grupo sanguíneo, antígenos de los glóbulos rojos y anticuerpos en sangre - Relacionar los grupos sanguíneos de los individuos con la donación de sangre - Promover el interés y motivación de los alumnos por la biología | |
| Competencias clave | |
| CMCT, CAA y CSC | |
| Elementos transversales | |
| Elemento | Actividad |
| Solidaridad | Importancia de las campañas de donación de sangre |

| Sesión 3 | |
|---|---|
| Teoría + Ejercicios | |
| Contenidos | |
| Alteraciones génicas de cromosomas autosómicos (polidactilia y albinismo), ligadas al sexo (hemofilia, daltonismo e ictiosis), influidas por el sexo (calvicie), alteraciones cromosómicas, alteraciones genómicas | |
| Tiempo | Recursos |
| 25 minutos | Presentación power point de elaboración propia |
| Objetivos | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Identificar distintos tipos de herencia: herencia influida por el sexo y herencia ligada al sexo - Comprender los mecanismos genéticos y moleculares en la herencia de los grupos sanguíneos - Conocer los tipos de alteraciones genéticas y sus consecuencias | |
| Gamificación: Quiz-show | |
| Desarrollo | |
| La actividad consiste en un tablero con 6 categorías de preguntas que pueden dar de 100 a 500 puntos, dando más puntos, las preguntas de mayor dificultad. Los alumnos, por grupos, deben elegir la pregunta que quieren responder y, en equipo responder correctamente para sumar los puntos. En caso de fallar, los puntos se restan. Esta actividad contiene preguntas que se han dado a lo largo de las tres sesiones, por lo que sirve como repaso y resolución de dudas. Los integrantes del equipo que más puntos obtenga, gana un premio: el minuto de oro. El minuto de oro consiste en la posibilidad de utilizar el libro y los apuntes durante 1 minuto en el examen final. | |
| Tiempo | Recursos |
| 30 minutos | Flippity Quiz Show (www.flippity.net) |
| Objetivos | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Repasar los contenidos teórico-prácticos impartidos previamente - Fomentar la motivación de los alumnos por la materia | |
| Deberes | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Realizar ejercicios sobre los distintos tipos de herencia que se han visto en la unidad - Realizar dos ejercicios para entregar en la sesión 4 | |
| Competencias clave | |
| CMCT, CD, CAA y CSC | |

| Sesión 4 | |
|--|--|
| Ejercicios | |
| Corregir los ejercicios mandados el día anterior en la pizarra. Serán los propios alumnos los que salgan a la pizarra y los hagan y expliquen a sus compañeros. Además, se recogerán los dos ejercicios propuestos en la sesión anterior. | |
| Tiempo | Recursos |
| 30 - 35 minutos | Presentación power point de elaboración propia, ejercicios del libro de texto |
| Objetivos | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Resolver problemas de distintos tipos de herencia: herencia cuantitativa, herencia de alelismo múltiple, herencia influida por el sexo y herencia ligada al sexo - Resolver problemas de herencia genética mediante árboles genealógicos | |
| Estudio de caso: un día cómo genetista | |
| Desarrollo | |
| Se les plantea a los alumnos que han sido contratados en el departamento de diagnóstico precoz de un hospital. Su trabajo es analizar cariogramas humanos y detectar si existe algún tipo de anomalía genómica. Cada alumno recibe el cariograma de un paciente y debe escribir un informe de una cara en el que explique a los padres el diagnóstico de su hijo. El informe tiene formato libre y pueden incluir la información que consideren necesaria. | |
| Tiempo | Recursos |
| 5 minutos de explicación 1 semana para su realización | Cariogramas humanos obtenidos de internet |
| Objetivos | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Determinar la presencia de alteraciones genética a partir de un cariograma humano - Conocer las causas, síntomas y tratamientos para diferentes alteraciones genéticas - Concienciar sobre la diversidad y enfermedades genéticas | |
| Evaluación del profesor | |
| Se les ha entregado a los alumnos un cuestionario para que evalúen la metodología y dominio de la unidad didáctica de la profesora de prácticas | |
| Tiempo | Recursos |
| 5 minutos | Cuestionario de elaboración propia |
| Objetivos | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Obtener feedback de los alumnos para evaluar la actuación como docente y proponer mejorar de cara al futuro | |
| Competencias clave | |
| CCM, CMCT, CD y CAA | |
| Elementos transversales | |
| Elemento | Actividad |
| Igualdad e inclusión | Los alumnos se informarán sobre enfermedades genéticas que provocan distintas discapacidades |

| | |
|---|------------------------------|
| Sesión 5 | |
| Examen | |
| Desarrollo | |
| Se les realizará un examen de preguntas cortas y verdadero/falso de la teoría impartida anteriormente | |
| Tiempo | Recursos |
| 25 minutos | Examen de elaboración propia |

V. EVALUACIÓN FINAL

En la evaluación final se tuvieron en cuenta cuatro apartados diferentes que corresponden a diferentes actividades que se han realizado a lo largo de la propuesta didáctica o actitudes que han tomado los alumnos. Cada apartado contribuye de forma equivalente a la calificación final, es decir, un 25 % cada uno. Estos apartados, junto con los instrumentos de evaluación utilizados, quedan reflejados en la *tabla 3*. Con esta evaluación, evaluamos todos los contenidos, criterios y competencias clave propuestas para la unidad didáctica.

| Actividad evaluable | % de contribución a la calificación final | Procedimiento de evaluación | Instrumento de evaluación | Criterio de evaluación | Competencias claves evaluadas |
|---|---|---|---|---|-------------------------------|
| Informe escrito del estudio de caso: un día como genetista* | 25 % | Análisis de producciones de los alumnos | Informe escrito de formato libre | Crit.BG.1.8 Crit.BG.1.11 | CMM, CD, CAA, CSC |
| Contenidos teórico-prácticos | 25 % | Prueba específica escrita | Respuestas cortas, respuestas tipo V/F y resolución de ejercicios y problemas | Crit.BG.1.4 Crit.BG.1.6 Crit.BG.1.7 Crit.BG.1.8 Crit.BG.1.9 Crit.BG.1.10 Crit.BG.1.11 | CMCT, CAA |
| Asistencia a prácticas y entrega de ejercicios/deberes* | 25 % | Análisis de producciones de los alumnos | Resolución de ejercicios y problemas | Crit.BG.1.4 Crit.BG.1.8 Crit.BG.1.9 Crit.BG.1.10 Crit.BG.1.11 | CMCT, CAA |
| | | Observación sistemática | Asistencia y participación en las prácticas | | |
| Participación en las sesiones* | 25 % | Observación sistemática | Actitud y comportamiento, participación en clase | | CAA, CSC |

* Tanto los análisis de producciones de los alumnos, como la observación sistemática, serán evaluadas según las rúbricas del anexo II

Tabla 3. Procedimientos e instrumentos de evaluación utilizados para calificar las diferentes evaluadas de la propuesta didáctica, asociadas a sus criterios de evaluación y competencias clave

Las calificaciones finales medias de ambos grupos fueron muy similares, siendo de 8.3 para el grupo de 4º AC y 8.2 en 4º B. Sin embargo, sus puntuaciones en los distintos apartados varían entre 7 y 12 decenas (*fig. 4*).

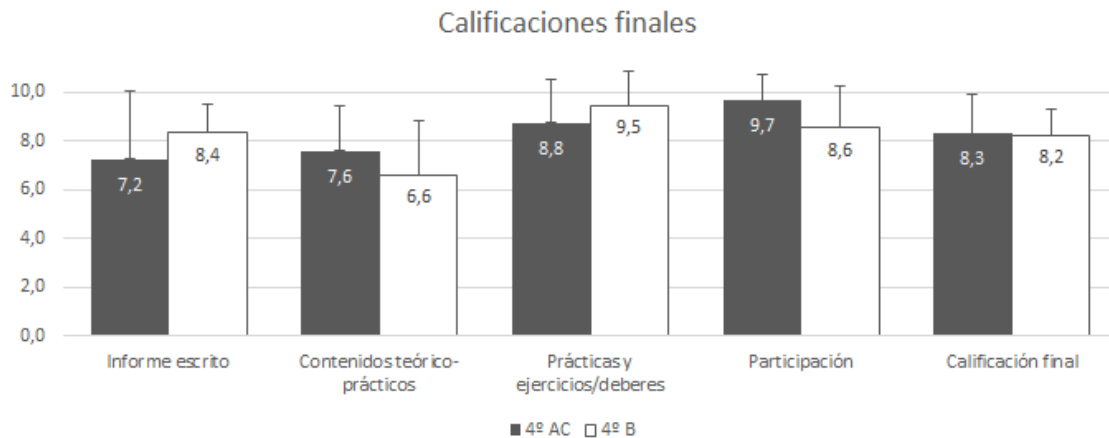


Fig. 4. Calificaciones medias de las distintas actividades evaluadas en la unidad didáctica, separadas en función del grupo al que corresponden: 4º AC o 4º B

El informe escrito es el apartado donde mayores diferencias de calificaciones se observan, de 1.2 puntos, ya que dos de los diez alumnos que constituyen la clase de 4º AC no entregaron el informe, pese a repetidos recordatorios, disminuyendo la media del grupo significativamente. La tarea de esta actividad era, a partir de un cariograma humano que se les entregaba a los alumnos, determinar si presentaba algunas anomalía genética y realizar un informe de formato libre con la información que se considerase necesaria. Los fallos más comunes de los estudiantes fueron la falta de creatividad, utilizando la mayoría un formato de página en blanco con texto, y la no inclusión de referencias bibliográficas, tal y como exigía la rúbrica. Sin embargo, varios alumnos destacaron en sus informes utilizando formatos atractivos como folletos informativos de clínicas, informes médicos con su correspondiente firma y consentimiento legal, póster de congreso e incluso códigos QR para ampliar la información (*anexo III*). Esta actividad también mostró un desarrollo en competencias relacionadas con la concienciación social frente a este tipo de enfermedades, reflejándose en los trabajos escritos con frases como ‘¡¡El culpable nunca eres tú!!’, refiriéndose a la trisomía del cromosoma 21 o buscando centros escolares de educación especial en Zaragoza adaptados a sus necesidades como ATADES, CEE Jean Piaget o CEE Ángel Riviere.

En cuanto a la evaluación de los contenidos teórico-prácticos, se realizó una prueba escrita que consistía en un exámen teórico-práctico con problemas, preguntas cortas, tablas a rellenas y frases de verdadero o falso (*anexo IV*). Observando más detalladamente las notas individuales de los alumnos, se aprecian una gran variabilidad de notas, del 3.5 al 10 (*fig. 5*). Además, destaca un pequeño subgrupo que supera el 8, obteniendo un notable alto o sobresaliente. Este subgrupo se caracteriza por ser el único que realizó correctamente el ejercicio 1 de la prueba escrita, que consistía en un problema de herencia cuantitativa aplicada al color de piel. La mayoría de alumnos realizó el ejercicio involucrando un único gen, cuando en realidad intervienen dos genes diferentes. Esta mala comprensión puede deberse a la dificultad de los contenidos, siendo éste el único ejemplo de herencia cuantitativa con el que se trabajó en la unidad didáctica. Al ser un fallo tan generalizado en el alumnado, se recomienda dedicar más tiempo a su explicación y resolución de problemas en la futura aplicación de la misma unidad. Además, exceptuando un alumno de 4º AC que apenas asistió a las sesiones de la unidad, todos los

estudiantes han obtenido al menos un notable en la prueba escrita, resultados superiores a los observados en el grupo de 4° B (*fig. 5*). Esta diferencia podría deberse a la cantidad de alumnos en cada grupo, triplicándose el número de alumnos en 4° B. Esta hipótesis se apoya en estudios previos en los que indican que a menor cantidad de alumnos, mejores son los rendimientos académicos a largo plazo (J. López, 2015). Sin embargo, este tema sigue siendo muy controvertido con grandes diferencias de opinión.

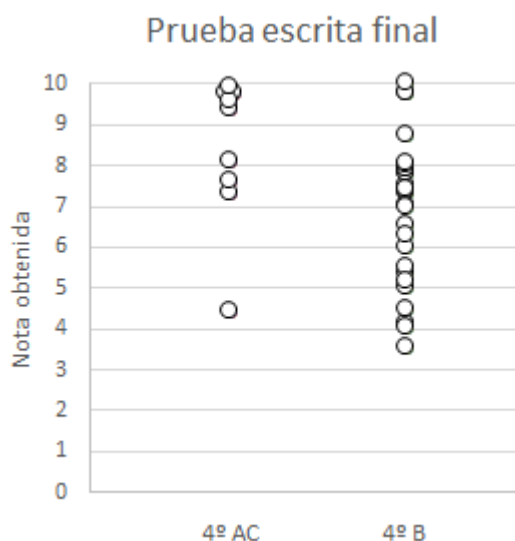


Fig. 5. Resultados de la prueba escrita final de los grupos de 4°AC y 4° B

En relación a las prácticas realizadas y los ejercicios a entregar, los resultados fueron satisfactorios. La asistencia a las prácticas fue completa y tan sólo dos alumnos de cada grupo olvidaron entregar los ejercicios, obteniéndose medias en este apartado de 8.8 y 9.5, para 4° AC y 4° B, respectivamente (*fig. 4*). En el caso de 4° AC, la media es menor, porque la no entrega de los ejercicios de dos alumnos afecta más a la media, debido a la menor cantidad de alumnos.

Por último, ambos grupos fueron participativos, aunque destaca el grupo de 4° AC en el que todos sus integrantes, a excepción de un alumno que apenas asistió a las sesiones, participaron activamente durante la unidad didáctica desde el primer momento (*fig. 4*). El grupo de 4° B apenas participó durante la primera sesión. Para aumentar la participación se utilizó un recurso TIC obtenido de flippity (www.flippity.net), que consistió en una ruleta de colores con los nombres de todos los alumnos, que se haría girar para seleccionar un voluntario forzoso si nadie se ofrecía a responder preguntas. Este tipo de recurso fue muy eficaz, ya que la participación aumentó sin necesidad de utilizarse.

A nivel individual, la gran mayoría de alumnos obtuvo notables y casi un 30 % consiguieron un sobresaliente (*fig. 6*). Tan sólo una alumna suspendió debido a que apenas asistió a clase, no entregó el informe escrito y no aprobó el examen. El resto de alumnos que obtuvieron suficientes o aprobados no habían entregado los ejercicios o el informe escrito, o habiendo suspendido el examen, lo que hacía que su calificación final disminuyera.

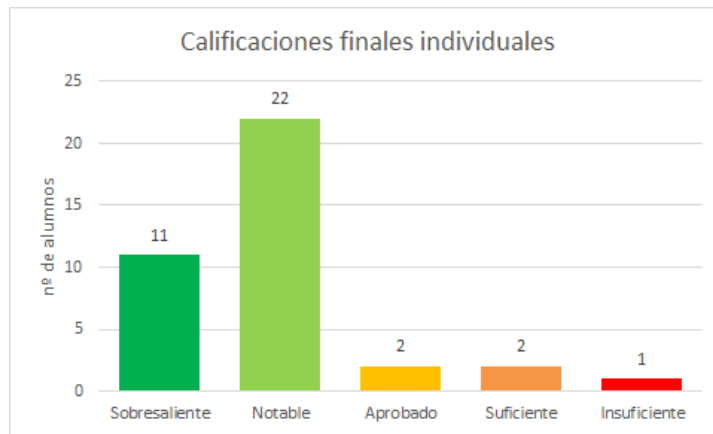


Fig. 6. Calificaciones finales individuales de los grupos de 4º AC y 4º B

A modo de conclusión, los procedimientos e instrumentos de evaluación utilizados se adecúan a las actividades evaluables, que tienen en cuenta los contenidos, criterios y competencias propuestas al inicio de la unidad didáctica. En base a los resultados, se puede interpretar que gran parte de los alumnos han realizado un aprendizaje significativo, aunque queda patente la necesidad de propuestas de mejora para obtener un aprendizaje significativo por parte del alumnado completo.

VI. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA

A la hora de enfocar una propuesta de mejora para esta unidad didáctica, se ha recibido un *feedback* por parte de los alumnos, a través de un breve cuestionario (*anexo V*) de evaluación al docente, basado en un cuestionario disponible en la plataforma e-encuestas (e-encuesta, n.d.), en el que se analiza el grado de satisfacción de los alumnos con la metodología utilizada y la actitud de la profesora. La valoración de la metodología utilizada y actitud mostrada fue muy positiva, superando el 4.5 sobre 5 en todos los ámbitos (*fig. 7*).

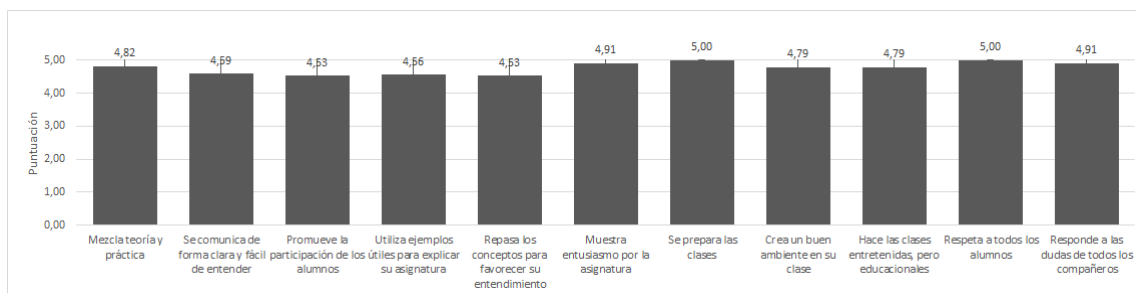


Fig. 7. Resultados de la evaluación al profesor: afirmaciones puntuables de 1 a 5

En cuanto a lo que más ha gustado de las sesiones (*fig. 8*), casi el 50 % de los alumnos se decantó por los juegos y prácticas, apoyando la bibliografía que indica que la gamificación motiva a los alumnos (Hamari & Koivisto, 2013). A otro 25 % de los estudiantes les ha gustado la forma de explicar clara y visual, que estaría relacionado con la opinión del otro 25 % de estudiantes que han disfrutado de la presentación, clases dinámicas y participativas, y ejercicios y ejemplos. Por otro lado, pese a que todos los alumnos opinaron sobre lo que más les había gustado, apenas el 40 % (13 alumnos de 38) de los estudiantes opinaron sobre lo que menos les había gustado. De manera mayoritaria, opinaron que las explicaciones habían sido muy rápidas para conceptos tan nuevos y difíciles para ellos, sumado a las pocas sesiones que contenía la unidad didáctica. Además, un par de alumnos opinó que no les había gustado la exigencia de participar en clase y que los trabajos y exámenes estaban cerca de proyectos y actividades de otras asignaturas. Cabe destacar que los únicos alumnos que dieron su opinión sobre aspectos negativos pertenecían al grupo de 4º B, mientras que el 100% de los alumnos de 4º AC respondió a esta pregunta indicando que les había gustado todo. Esta diferencia de opiniones puede deberse a la cantidad de alumnos por aula, pudiendo invertir más tiempo en repasos y resolución de dudas, cuantos menos alumnos asisten a la sesión. Resultados similares fueron publicados por López en 2015, demostrando que hay mayores rendimientos académicos, cuando el número de alumnos es menor. Sin embargo, aun existe cotroversia en este aspecto.

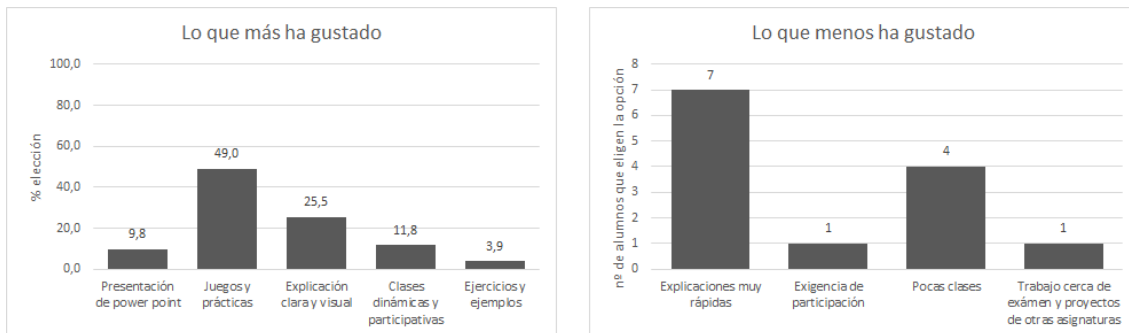


Fig. 8. Resultados de la evaluación al profesor: lo que más y menos ha gustado de las sesiones

Por último, tan solo 7 alumnos propusieron mejoras a la unidad didáctica (fig. 9), como realizar más repastos y explicaciones más lentas, aspectos relacionados con las cosas que menos gustaron de las sesiones. Además, también proponen usar ejemplos y videos adaptados al día a día o alargar los juegos.

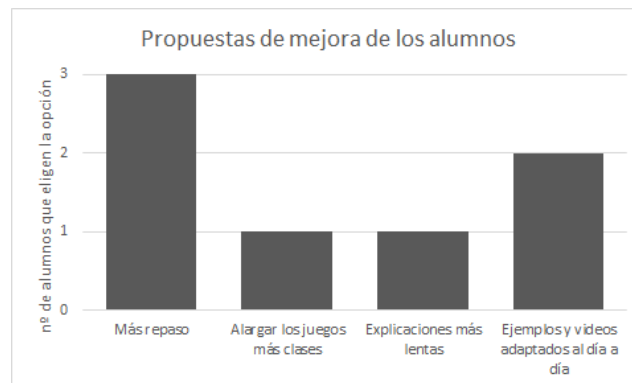


Fig. 9. Resultados de la evaluación al profesor: aspectos que añadirías a la unidad didáctica

Dado que la duración y periodo de este *practicum* está regido por la DGA, aspectos como las pocas sesiones disponibles o la interacción con otras asignaturas, no se pudieron tener en cuenta a la hora de implementar la unidad didáctica. Sin embargo, de cara al futuro, es necesario la modificación de la temporalización de la unidad, añadiendo al menos 2 sesiones, una dedicada a teoría y otra para problemas. De esta forma, la teoría se impartiría en 4 sesiones, en vez de en tan solo tres, y habría más tiempo para realizar problemas y ejercicios.

Además, para el aumento de repastos, se propone la realización de evaluaciones intermedias tras cada sesión. Su objetivo es determinar si los alumnos entienden los contenidos de la sesión o se preguntan curiosidades relacionadas. A partir de los resultados, se enfocaría el inicio de la siguiente sesión para esclarecer dichas dudas y curiosidades. La evaluación consistiría en un cuestionarios anónimo con las siguientes tres preguntas: ¿Qué he aprendido hoy en clase?, ¿Qué no he terminado de entender o me han quedado dudas?, ¿Qué me gustaría aprender o qué curiosidades tengo?.

A nivel personal, no es la primera vez que me indican que hablo a una velocidad bastante alta, y sumado a los conceptos nuevos y difíciles de entender que se imparten durante este tema, es un aspecto que ha podido dificultar el aprendizaje y entendimiento de los

alumnos. De cara al futuro, trabajaré mi exposición oral para adecuar la velocidad y ritmo de exposición, intentando así conseguir que a los alumnos les sea más fácil seguir la exposición.

Otro aspecto a mejorar es el uso de ejemplos cotidianos. Debido a los contenidos de este tema, no se pueden usar ejemplos de situaciones del día a día, ya que las anomalías genéticas suelen darse en porcentajes pequeños de la sociedad. Sin embargo, este hecho puede compensarse con casos personales de los alumnos o de conocidos que padezcan el tipo de herencia o enfermedad que se estudian en la unidad. Con este tipo de ejemplos se relacionan mejor los conceptos y así se recuerdan posteriormente más fácilmente.

Considero que con estas propuestas se podrían mejorar los aspectos negativos que han encontrado los alumnos, y se conseguiría mayor efectividad a la hora de transmitir los contenidos y asimilarlos.

VII. CONCLUSIONES

A lo largo del master, hemos adquirido una gran cantidad de conocimientos del ámbito educativo, que te aportan ideas y contenidos que puede aplicarse a la preparación de la unidad didáctica, como metodologías innovadoras, formas de evaluación o recursos TIC. Sin embargo, es una aplicación básicamente teórica. El reto aparece cuando tienes que implementar esa unidad y te enfrentas a 30 alumnos que esperan que cumplas sus expectativas y les transmitas todo lo que te has propuesto enseñarles.

Debido a esto, creo que se necesitarían realizar más prácticas o asignaturas que te permitan experimentar estas situaciones antes de enfrentarte a una clase real. Por ejemplo, en mi caso me encontré con unos alumnos muy poco participativos y apenas conocía recursos o herramientas para fomentar su participación. Fue gracias a una compañera de la especialidad de inglés, que pude conocer la plataforma flippity, a partir de la que desarrollé la ruleta de nombres al azar. Considero que deberíamos de disponer de más recursos antes de comenzar el *practicum*, para poder resolver de manera más adecuada este tipo de situaciones.

Otro gran reto al que me enfrenté, fue cómo determinar si los alumnos entendían los contenidos, ya que apenas preguntaban dudas en las sesiones. He sido profesora particular durante muchos años, y teniendo uno o dos alumnos por clase, es muy sencillo identificar cuando no comprenden algo, ya que no saben contestar tus preguntas y tienden a gesticular de manera extraña. Sin embargo, me fue imposible detectar estas señales en un aula de 27 alumnos, ya que no todos contestaban las preguntas y era muy difícil fijarse en todos ellos. Creo que son este tipo de situaciones las que se deberían recrear en el máster, para prepararte para los *practicum*.

Por suerte, el centro en el que realicé las prácticas no es nada conflictivo, por lo que no he tenido que enfrentarme a situaciones difíciles y complicadas, aunque considero que también es fundamental trabajar este tema en el aula del master.

Durante este periodo me di cuenta de la cantidad de actividades que se realizan en los centros, y la capacidad de adaptación que deben tener los docentes para ajustarse a los nuevos horarios. Durante este periodo, tuve que enfrentarme a esta problemática y adaptarme a ella para resolverla de la mejor manera posible. Tras realizar la temporalización de la unidad didáctica, me enteré de la organización de una excursión a Madrid para los alumnos de 4º y la existencia de los exámenes de recuperación durante el mismo periodo del *practicum*. Como consecuencia, los alumnos estarían de viaje durante dos de las sesiones planificadas. Por tanto, tuve que gestionar el tiempo y modificar actividades que pretendía realizar para ajustarlas a las horas disponibles. Por ejemplo, el estudio de caso iba a evaluarse mediante una exposición oral que ocuparía una sesión, pero finalmente se realizó mediante un informe escrito que no ocuparía tiempo de la unidad didáctica. Además, la prueba final se retrasó una semana, realizándose fuera del plazo del *practicum*, ya que no había días disponibles para realizarlo antes. Pese a las dificultades añadidas, saqué ventaja de la situación, desarrollando mi capacidad de adaptación, gestión y organización del tiempo, que considero muy útil como docente.

También se hizo patente la necesidad de poder improvisar y adaptarte a lo largo de la misma sesión. Pese a tener organizados los 50 minutos de la sesión, nunca se puede

prever el comportamiento de los alumnos, que pueden interrumpir preguntando dudas o aportando curiosidades, o en el caso contrario, no intervenir en ningún momento cuando se esperaba que sí lo hicieran. Este tipo de comportamientos van a afectar a la planificación de la sesión, aumentando o ralentizando su ritmo, por lo que hay que saber reaccionar a tiempo para adecuar el tiempo disponible a los contenidos que se quieren impartir. En mi caso, tuve que readaptar el tiempo dedicado a cada contenido y actividad en las sesiones, ya que había conceptos que entendieron rápidamente, mientras que otros tuvimos que explicarlos con mayor detalle y ejemplos.

Sin embargo, todas las dificultades o retos a los que me he enfrentado, me han ayudado a mejorar como docente, desarrollando competencias nuevas que quizá no sabía que fue de gran utilidad en la docencia. Sin embargo, el mejor recuerdo y aprendizaje que me llevo de esta experiencia es la sensación de haber disfrutado enseñando a 38 alumnos. En un primer momento, fui con miedo de enfrentarme a tantos alumnos de golpe, ya que mi experiencia previa como profesora particular había sido a nivel individual o parejas. Sin embargo, el grupo de alumnos a los que impartí clase fue muy agradable y me facilitó mucho la enseñanza, siendo respetuosos y no interrumpiendo durante mis explicaciones. Una vez pasado el primer momento de adaptación al nuevo ambiente, disfruté cada momento que pasé con ellos. Sobre todo, disfruté de las distintas actividades que realizamos, como las prácticas de laboratorio o gamificación de *quiz-show*, ya que todos los alumnos se involucraban y parecían agradecer un tipo de docencia diferente a la habitual. En parte, me recordaban a mi misma cuando iba al instituto hace unos años, ya que siempre que iba al laboratorio me emocionaba muchísimo y me motivaba más con la asignatura. Como amante de las ciencias que soy, me entusiasmó ver que mis alumnos también disfrutaban con estas actividades. En conclusión, todas las sensaciones y experiencias que viví durante este periodo me dejaron más claro lo que ya había deducido, que en mi futuro profesional quiero ser profesora.

Pese a las dificultades y retos, he disfrutado mucho este periodo de prácticas, actuando como docente por primera vez en mi vida. Estoy muy agradecida por la buena tutora que me ha tocado, de la cual he aprendido muchísimo, y de los alumnos tan agradables a los que he enseñado. Estoy deseando repetir la experiencia, aunque la próxima vez, espero que sea como profesora contratada.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. M. E. (2014). *Trabajo fin de máster Análisis de los conocimientos e ideas previas sobre Genética de alumnos que comienzan 4º de ESO comparados con los de alumnos de 1º de Bachillerato*.
- Argento, D. (2013). *Estudio exploratorio sobre preconcepciones en el área de Genética en alumnos de Secundaria italianos y españoles*.
- Armenta, C. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de Las Ciencias*, 26(2), 227–243.
- Ayuso, E., & Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de Las Ciencias*, 20(1), 133–157.
- Banet, E., & Ayuso, E. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de Las Ciencias*, 13(2), 137–153.
- Barberá, O. & Valdés, P. 1996. El Trabajo Práctico en la enseñanza de las Ciencias: Una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3):365-379.
- Caamaño, A. 2004. Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 39:8-19.
- Castilla, G., Romana, M., & López-Terradas, B. (2013). Concursando en el aula: la gamificación mediante quiz-show como herramienta de dinamización docente. In *X Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria*.
- Cross, A. (2013). *Convencer en Clase: Argumentación y Discurso Docente*.
- del Carmen, L. 2011. El lugar de los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento científico en la enseñanza de la biología y la geología. En Caamaño, A. (coord.). 2011. *Didáctica de la biología y la geología*. Formación del profesorado. Educación secundaria. 2 Vol. II. Barcelona: Grao.
- e-encuesta. (n.d.). Evaluación del profesor. Retrieved from https://www.e-encuesta.com/r/_XGkRzWB8GJ3np3vMSJ6mg/evaluacion_profesor
- Fernandez, N. E. (2013). Los Trabajos Prácticos de Laboratorio por investigación en la enseñanza de la Biología. *Revista de Educación En Biología*, 16(2), 15–30.
- Hamari, J., & Koivisto, J. (2013). Social motivations to use gamification: an empirical study of gamifying exercise. In *Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems*.
- Hodson, D. 1994. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*. 12 (3): 299-313.

- Junco, I. (2010). La motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Digital Para Profesionales de La Enseñanza*, 9(15).
- Kapp, K. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*.
- López, A. M., & Tamayo, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145–166.
- López, J. (2015). *El tamaño de la clase y los resultados educativos*.
- Montañez, A., Melisa, L., Mayoral, M. N., & Sara, C. (2015). *Concepciones alternativas de genética básica y división celular en estudiantes de secundaria*.
- Observatorio Urbano de Zaragoza y su Entorno (2018). Informe Global sobre la ciudad y sus distritos. [Consultado el 03/06/2019]. Recuperado de <http://www.ebropolis.es/files/File/Observatorio/Distritos/DossierZaragoza-marzo2018-Ebropolis.pdf>
- Orden ECD/489/2016, 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*, núm 105.
- Revel, A. (2013). Estudios de caso en la enseñanza de la biología y la educación para la salud en escuela media. *Bioartículos de Reflexión*, 6(10), 42–49.
- Rodríguez, M. (2011). Metodologías docentes en el EEES: de la clase magistral al portafolio. *Tendencias Pedagógicas*, 17, 83–103.
- Smith, M. K., Wood, W. B., & Knight, J. K. (2008). The Genetics Concept Assessment : A New Concept Inventory for Gauging Student Understanding of Genetics. *Life Sciences Education*, 7, 422–430. <https://doi.org/10.1187/cbe.08>
- Smith, M. U. (1998). Successful and unsuccessful problem solving in classical genetic pedigrees. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(6), 411–433.
- Yunes, F. T., & Salazar, A. L. (2004). La Argumentación en la Clase Magistral. *Revista de Teoría y Didáctica de Las Ciencias Sociales*, 9, 35–47.

ANEXO I. CUESTIONARIO DE LA EVALUACIÓN INICIAL

A continuación, se muestra la prueba de evaluación inicial que se les realizó a los alumnos de 4º ESO del colegio La Salle Franciscanas Gran Vía. La prueba se utilizó para determinar los conocimientos previos e ideas alternativas que poseen los estudiantes.

Las preguntas están agrupadas según el tema de conocimiento al que perteneces según un código de colores:

- Preguntas verdes: genética molecular
- Preguntas azules: conceptos de genotipo y fenotipo
- Preguntas naranjas: genética mendeliana y herencia
- Preguntas amarillas: ingeniería genética

Las respuestas correctas se indican con una X en el ejercicio de preguntas de verdadero y falso (V/F) y con un círculo en las preguntas de tipo test de respuesta única.

Indica si las siguientes frases son verdaderas o falsas:

| | V | F |
|---|---|---|
| Cuando envejeces, tu pelo se va volviendo de color blanco, por lo que cambia tu fenotipo | | X |
| Los genes lo determinan todo, desde el sexo, hasta las enfermedades que vas a sufrir | | X |
| Todas las células tienen el mismo material genético, excepto los gametos | X | |
| La dominancia de un gen depende del país o zona en la que vivas | | X |
| Si unos padres tienen los ojos marrones (gen dominante), pueden tener un hijo con ojos azules (recesivo) | X | |
| Heredas el 50% de tu genoma de tu padre, y el otro 50% de tu madre, por lo que un 25% de tu genoma viene de cada uno de tus abuelos | | X |
| Si tu padre no es calvo, tú tampoco serás calvo | | X |
| Gracias a la ingeniería genética podemos elegir el sexo de nuestros hijos | | X |
| La dominancia de un gen puede depender del sexo | X | |
| Si te pareces mucho más a tu padre que a tu madre es porque has heredado más genes de él | | X |
| Normalmente se usa la frase 'lo lleva en la sangre' para señalar cuando un hijo se parece mucho a sus padres. Esto se debe a que la herencia reside en la sangre. | | X |
| Dos gemelos tienen la misma información genética, por lo que su fenotipo será idéntico | | X |
| Un par de cromosomas homólogos está formado por un cromosoma del padre y otro de la madre | X | |
| La investigación en el campo de la genética puede ayudar a encontrar la cura de enfermedades genéticas | X | |

| | | |
|---|---|---|
| Cuanto más cantidad de material genético tiene un organismo más complejo es | | X |
| Se ha obtenido la secuencia completa del genoma humano | X | |

Indica la respuesta correcta

Una madre de alquiler de raza blanca gesta al hijo de una pareja de color. El hijo será:

- a. Blanco
- b. Negro
- c. Mulato

Las mutaciones se heredan cuando afectan a:

- a. Células somáticas
- b. Células sexuales
- c. Cualquier tipo de célula
- d. Las mutaciones nunca se heredan

En la meiosis se obtienen:

- a. 2 células hijas haploides
- b. 2 células hijas diploides
- c. 4 células hijas haploides
- d. 4 células hijas diploides

El Síndrome de Down ocurre debido a:

- a. Una mutación que afecta varios genes
- b. Una trisomía del cromosoma 21
- c. Una delección del cromosoma 19

Los seres humanos tenemos:

- a. 21 pares de cromosomas
- b. 22 pares de cromosomas
- c. 23 pares de cromosomas

El fenotipo está determinado por:

- a. Únicamente los genes
- b. Los genes y el medio ambiente
- c. Los genes y los gustos personales

Las células que poseen la información genética para transmitir impulsos nerviosos son:

- a. Células del hígado
- b. Células del corazón y cerebro
- c. Ninguna célula
- d. Todas las células

ANEXO II. RÚBRICAS DE EVALUACIÓN

| INFORME ESCRITO | Insuficiente (+ 0) | Aprobado (+ 1) | Notable (+ 2) | Sobresaliente (+ 3) |
|---------------------------------|--|--|---|--|
| Contenido | No se ha identificado la anomalía, ni se ha aportado información sobre ella | Se ha identificado la anomalía, pero no se ha aportado información sobre ella | Se ha identificado la anomalía y se ha aportado información breve sobre ella | Se ha identificado la anomalía y se ha aportado información detallada sobre ella |
| Creatividad y formato | Realiza un informe con solo texto | Realiza un informe con texto en su mayoría , pero añade alguna imagen | Realiza un informe con texto e imágenes o gráficas | Utiliza un informe con un formato innovador y diferente al de sus compañeros |
| Vocabulario y coherencia | El informe está redactado con un vocabulario inapropiado y mal redactado. | El informe está redactado con un vocabulario inapropiado , pero siguiendo un orden determinado. | El informe está redactado con un vocabulario adecuado, aunque algo desordenado . | El informe está redactado con un vocabulario adecuado y divulgativo , siguiendo un orden determinado . |
| Fuentes de información | No se utiliza ninguna referencia | Se utiliza una referencia | Se utilizan dos referencias | Se utilizan tres o más referencias |
| Ortografía | Se cometen más de 3 faltas de ortografía. | Se cometen 2-3 faltas de ortografía. | Se comete 1 falta de ortografía. | No se cometen faltas de ortografía. |
| Plazos de entrega | El grupo entrega el informe fuera de plazo y sin justificación . | El grupo entrega el informe 3-4 días fuera de plazo con justificación . | El grupo entrega el informe 1-2 días fuera de plazo con justificación . | El grupo entrega el informe dentro del plazo establecido por el profesor. |

Tabla 1. Rúbrica de evaluación sobre el informe escrito

| PRÁCTICAS Y EJERCICIOS | Insuficiente (+ 0) | Aprobado (+ 1) | Notable (+ 2) | Sobresaliente (+ 3) |
|-------------------------------|--|---|--|--|
| <i>Prácticas</i> | No realiza la práctica de prueba de paternidad | Realiza la práctica de prueba de paternidad, pero no participa activamente | Realiza la práctica de prueba de paternidad, participando poco | Realiza la práctica de prueba de paternidad, participando activamente |
| <i>Ejercicios</i> | No entrega los ejercicios | Entrega un único ejercicio | Entrega ambos ejercicios, pero sin esforzarse mucho en hacerlos | Entrega ambos ejercicios, y se nota que se ha esforzado al hacerlos |

Tabla 2. Rúbrica de evaluación sobre las prácticas y ejercicios

| PARTICIPACIÓN Y ACTITUD | Insuficiente (+ 0) | Aprobado (+ 1) | Notable (+ 2) | Sobresaliente (+ 3) |
|---------------------------------|---|---|--|--|
| <i>Participación individual</i> | No contesta en clase | Participa 1 o 2 veces a lo largo de toda la unidad | Participa en la mayoría de sesiones | Participa varias veces en cada sesión |
| <i>Atención en clase</i> | No atiende durante las sesiones | Atiende parcialmente , despistándose con frecuencia | Atiende en su mayoría | Realiza escucha activa, preguntando dudas o aportando ejemplos |
| <i>Respeto y clima grupal</i> | El alumno no escucha ni respeta las opiniones de los demás, no genera un clima adecuado en el grupo. | El alumno escucha las opiniones de los demás, pero no las respeta. | El alumno respeta y escucha las opiniones de los demás. | El alumno respeta y escucha las opiniones de los compañeros y complementa sus ideas con las de los demás. |

Tabla 3. Rúbrica de evaluación sobre la participación y actitud en clase

ANEXO III. PRODUCCIONES DE LOS ALUMNOS DEL INFORME ESCRITO

A continuación, se muestran ejemplos de informes escritos que desarrollaron los alumnos en la actividad ‘un día como genetista’. Su tarea era analizar el cariograma que se les entregaba e identificar la anomalía que presentaba su paciente. Posteriormente, debían buscar información sobre ésta y presentarla en una cara de formato libre. Algunas de las producciones de varios alumnos fueron muy creativas, como las que se muestran en este anexo.


salud | Hospital Universitario Miguel Servet

INFORME SÍNDROME DE PATAU

PACIENTE: Número 7 DEPARTAMENTO: Genética FECHA: 15 Mayo 2019 ELABORADO POR: [REDACTED]

SÍNDROME DE PATAU O TRISOMÍA CROMOSOMA 13

En el paciente 7 se aprecia una trisomía en el cromosoma 13, un error en las células haciendo que se presente un cromosoma adicional, también llamado Síndrome de Patau. Esta es una enfermedad que aparece desde la formación del feto pero no es de origen hereditario y por el momento no hemos podido determinar una causa directa y exacta que lo provoque.




Cariograma paciente 7

SÍNTOMAS


El motivo es que su crecimiento en el útero se ralentiza considerablemente, lo que resulta en un bajo peso al nacer y, en muchos casos, defectos cardíacos severos, entre muchos otros síntomas. Los fetos afectados presentan anomalías múltiples que pueden ser detectadas en una ecografía. Las más características las relativas al Sistema Nervioso Central como la holoprosencefalia (enfermedad que consiste en una serie de anomalías congénitas cerebrales y del macizo facial, tienen su origen durante las primeras semanas de gestación), malformaciones faciales, cardíacas y renales.

Posibles síntomas que puede padecer el paciente:

- Labio leporino y paladar hendido
- Microftalmia u ojos anormalmente pequeños
- Anoftalmia o ausencia de uno o ambos ojos
- Hipotelorismo o distancia reducida entre los ojos
- Problemas con el desarrollo de las vías nasales
- Dedos extra en las manos y/o en los pies
- Alteración en la forma y tamaño de las orejas



Labio leporino en Síndrome de Patau




Microcefalia en Síndrome de Patau

ESTADÍSTICA

La prevalencia de la trisomía 13 es de aproximadamente de 1:12.000 nacidos vivos. La tasa de abortos espontáneos es elevada y representa alrededor del 1% del total de abortos espontáneos reconocidos.

Existe un ligero exceso de casos del sexo femenino respecto al masculino.



1:120000 nacidos

TRATAMIENTO

Es un síndrome de malformación que no tiene ninguna clase de cura o tratamiento concreto, por lo que todas las intervenciones que se realicen una vez que el niño nace son meramente con fines paliativos. Desde el primer momento de nacimiento, el recién nacido con síndrome de Patau debe ser tratado por los médicos. El tratamiento para la trisomía se decidirá por los especialistas teniendo en cuenta la puntuación en el test de APGAR, este es un test realizado para valorar el estado general del neonato. Esto indica a los médicos como actuar para extender la esperanza de vida del paciente. Sus padres y resto de familiares deberán aprender, gracias a nuestra ayuda, a realizar maniobras y técnicas para el cuidado del recién nacido.

Fig. 1. Formato de póster de congreso de la trisomía del cromosoma 13

FOLLETO INFORMATIVO SOBRE EL SÍNDROME RING 14

¿Qué es el Síndrome RING 14?
Es una enfermedad rara, en este caso, causada por una alteración genómica del cromosoma autosómico 14. Se trata de una monosomía (2n-1) por falta de un cromosoma del par 14.

Esta anomalía se asocia con una serie de signos y síntomas recurrentes, variables en número y gravedad en cada paciente. La normalidad de los cariotipos paterno y materno en casi todos los casos, pone de manifiesto la formación de dicha alteración en las fases sucesivas de división del cigoto.

¿Cuáles son los signos y síntomas?
Esta alteración se asocia a una serie de signos y síntomas recurrentes asociados a un retraso psicomotor y anomalías fenotípicas múltiples.

Los niños con el RING 14 podrían tener:

- Retraso mental y motor.
- Autismo.
- Epilepsia muy grave y resistente.
- Hipotonía.
- Microcefalia.
- Trastornos del lenguaje.
- Problemas de retina, con manchas blanco-amarillentas posibilitando la aparición de cataratas.
- Malformaciones cardíacas.
- Riesgo elevado de infecciones respiratorias y trastornos gastrointestinales por un defecto de inmunoglobulinas.

¿Cuáles son las manifestaciones fenotípicas (visibles) más características?

- Parte posterior de la cabeza plana.
- Frente ancha y redondeada.
- Leve caída del párpado superior.
- Cara alargada.
- Nariz y fosas nasales anchas.
- Surco naso-labial largo.
- Orejas de posición baja con lóbulo voluminoso.



¿Cómo ayudo a mi bebé?

- Lo primero ame y disfrute de su bebé.
- Manténgase en contacto con su pediatra, médicos y terapeutas especializados.
- Trate de encontrar grupos de apoyo para padres que tengan hijos con este Síndrome. Existe la asociación RING 14 España, una organización sin ánimo de lucro de familias y amigos afectados del cromosoma 14.
- Tenga en cuenta que se puede mejorar la calidad de vida de los afectados, sobre todo reforzando su sistema inmunario, prestando atención a la nutrición, la hidratación y el ambiente.



REFERENCIAS

<https://www.ring14.org/esp/142/sindromes-del-cromosoma-14>
Página de la asociación internacional del ring14

<https://es-es.facebook.com/pages/category/Nonprofit-Organization/ring14.es/about>
Facebook de la asociación española

[https://es.wikipedia.org/wiki/Cromosoma_14_\(humano\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Cromosoma_14_(humano))

https://www.orphanet/consort/cgi-bin/OC_Exp.php?Ing=ES&Expert=1440
Portal sobre enfermedades raras

Contacto

Riera de Sant Jordi 62, 08390 Montgat (Barcelona)
934567899
info@ring14.es
www.ring14.org

Fig. 2. Formato de folleto informativo sobre el síndrome Ring14

6 7 8 9 10 11 12

TRANSLOCACIONES ROBERTSONIANAS



13 14 15

PROBLEMAS AL TENER DESCENDENCIA



16 17 18

También llamadas equilibradas o compensadas, tienen lugar entre los cromosomas acrocéntricos (13,14,15, 21 y 22) No provocan ninguna alteración en el fenotipo de los portadores.

Es un cambio en la estructura del cromosoma por el cual los cromosomas se unen unos a otros o fragmentos de diferentes cromosomas se intercambian, PERO SIN HABER PERDIDA O DUPLICACIÓN DE INFORMACIÓN O DE MATERIAL GENÉTICO.

Es decir, el cuerpo tiene la misma información que una persona sin traslocación solo que cambiada de sitio, pero no hay problema porque el cuerpo posee y sabe donde encontrar esa información genética que necesita.

- SE PUEDE PASAR AL FETO LA TRASLOCACIÓN EQUILIBRADA

En principio no habría problemas, solo que el feto tendría translocación robertsoniana.

- SE PUEDEN PRODUCIR ABORTOS

Generalmente antes de la semana 12.

CONTACTA CON NOSOTROS

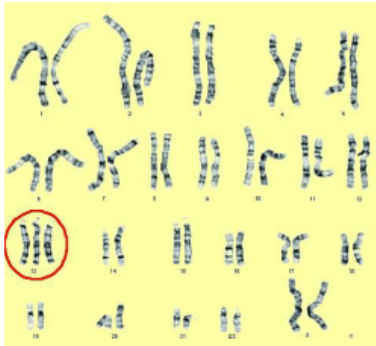
TEL: 976 765 500
Paseo Isabel I.a Católica, 1-3,
50009 Zaragoza, España.
informacion.sector2@salud.aragon.es

HOSPITAL MIGUEL SERVET

Fig. 3. Formato de folleto informativo sobre translocaciones robertsonianas

Su hijo tiene una enfermedad rara llamada el Síndrome de Patau. Es causada por un cromosoma suplementario en el par 13. Es una de las enfermedades menos reportada en los humanos y tiene anomalías en el sistema nervioso, cardíacas, de algún miembro, de abdomen y en la cara. Al nacer seguramente necesite un tratamiento especial por las posibles mutaciones físicas.

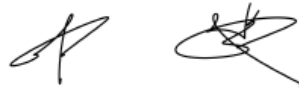
Lamentablemente muchas de las personas diagnosticadas con esta enfermedad no sobreviven más de 3 o 5 meses. De hecho el 80% de los niños con esta enfermedad no supera el año de vida. No obstante haremos lo posible por curar a su hijo.



Dr. 



Consentimiento de los padres
para realizar cualquier operación



El presente documento "Justificante de Ingreso o Intervención" se emite exclusivamente a efectos de justificación de los permisos previstos en el Real Decreto Legislativo 2/2015, Texto Refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores y Real Decreto Legislativo 5/2015, Texto Refundido de la Ley del Estatuto Básico del Empleado Público, así como las normas y pactos que los desarrollan. Contra la emisión del presente justificante la persona interesada podrá ejercer el DERECHO DE OPOSICION, recogido en el Real Decreto 1720/2007, Reglamento de desarrollo de la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal.

Justificante de Ingreso o Intervención
Revisión: Mayo 2019

Servicio de Asuntos Generales
Hospital Universitario Miguel Servet

Fig. 4. Formato de informe médico sobre el síndrome de Patau

Síntomas

Los síntomas varían mucho entre individuos, y pueden ir de leves a graves. Aquellas personas afectadas suelen presentar rasgos faciales distintivos, entre ellos labio leporino, y pueden aparecer dificultades en el desarrollo durante la pubertad. Asimismo un porcentaje de las personas afectadas (alrededor del 50%) presentan problemas cardíacos. También hay mayor riesgo de problemas renales. Para más información pueden escanear este código QR.



Fig. 5. Utilización de código QR para ampliar información sobre síntomas de la tetrasomía X

4) Centros escolares de educación especial en Zaragoza



Hay una larga lista de colegios adaptados en nuestra ciudad (estos son algunos de ellos):

- ATADES
- CEE Jean Piaget
- CEE Ángel Riviere

Fig. 6. Búsqueda e inclusión en el informe escrito de centros escolares de educación especial en Zaragoza, adaptados a individuos con trisomía en el cromosoma 21

ANEXO IV. PRUEBA ESPECÍFICA ESCRITA

A continuación, se muestra el examen final que se realizó a los alumnos de 4º ESO B tras impartir el tema de genética humana. Consiste en una prueba escrita que combina contenidos teórico-práctica y contribuye al 25 % de la calificación total de la unidad. Consta de tres preguntas en las que hay que aplicar la teoría a casos prácticos y una última pregunta de verdadero o falso, más enfocada hacia conceptos teóricos.

Nombre:

Grupo:

1. ¿Puede una pareja mulata tener un hijo caucásico? Razona tu respuesta dibujando un cruzamiento. (2 puntos)

2. En relación con los grupos sanguíneos:

a) Completa la siguiente tabla (sin tener en cuenta los alelos Rh): (1 punto)

| | | | | |
|--|----------|-----------|----------------|----------|
| Grupo sanguíneos | A | | | |
| Posibles genotipos | | 00 | | |
| Antígenos en los glóbulos rojos | | | | B |
| Anticuerpos en sangre | | | Ninguno | |

b) Razona si una madre A y un padre B, pueden tener un hijo 0. (1.5 puntos)

c) Razona si una madre AB+ puede donar sangre a su hijo A+. (1.5 puntos)

3. Una mujer sana, cuya madre era daltónica (ligado a X) se casa con un hombre daltónico. ¿Qué tipos de hijos e hijas podrán tener? (2 puntos)

4. Indica si las siguientes frases son verdaderas o falsas: (2 puntos)

| | V | F |
|---|---|---|
| El fenotipo únicamente lo determinan los genes | | |
| Una mujer calva puede tener ambos padres con pelo | | |
| El albinismo es una alteración en los cromosomas autosómicos | | |
| Una alteración genómica afecta a cromosomas enteros, modificando su número total | | |
| El color del pelo es un carácter continuo | | |
| El cariotipo humano tiene: 23 parejas de cromosomas + 1 pareja de cromosomas sexuales | | |
| La herencia cuantitativa es un ejemplo de carácter discontinuo | | |
| El gen de la hemofilia está localizado en el segmento diferencial del cromosoma X | | |
| El cospúsculo de Barr aparece en hombres y mujeres | | |
| Un ejemplo de alelismo múltiple es la herencia de grupos sanguíneos | | |

ANEXO V. EVALUACIÓN DEL DOCENTE

¿Te ha gustado cómo ha impartido la unidad didáctica la profesora de prácticas? ¿Qué opinión tienes sobre ella?

¿Qué actividad te ha gustado más? ¿Cuál menos? ¿Por qué?

Valora de 1 a 5 los siguientes aspectos sobre la profesora y su manera de dar clases, siendo 1 = no me ha gustado nada, y 5 = me ha encantado

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
| Mezcla teoría y práctica | | | | | |
| Explica de forma clara y fácil de entender | | | | | |
| Promueve la participación de los alumnos | | | | | |
| Utiliza ejemplos útiles con los que entiendo mejor la asignatura | | | | | |
| Repasa los conceptos para que los entendamos mejor | | | | | |
| Muestra entusiasmo por la asignatura | | | | | |
| Se prepara las clases antes de impartirlas | | | | | |
| Crea un buen ambiente en su clase | | | | | |
| Hace las clases entretenidas, pero educativas | | | | | |
| Respeto a todos los alumnos | | | | | |
| Responde a las dudas y muestra interés por todos los alumnos | | | | | |

¿Qué crees que debería mejorar o añadir a sus clases?