

**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 2012-2013**

# ***ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD Y TRABAJO COOPERATIVO EN GENÉTICA MOLECULAR***

Autor: BIELSA RICOMÀ, ALMUDENA

Director: CALVO HERNÁNDEZ, JOSÉ MIGUEL



**Universidad  
Zaragoza**





# ÍNDICE

---

INTRODUCCIÓN.....	2
ESTUDIO DE DOS ACTIVIDADES DEL MÁSTER.....	3
❖ PROPUESTA EN EL ÁREA DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA QUE ATIENDA A LA DIVERSIDAD EN LAS AULAS DE MANERA PREVENTIVA.....	3
❖ ANÁLISIS DE UN VÍDEO CON UNOS CUESTIONARIOS REALIZADOS A UN GRUPO DE CLASE Y A SU TUTOR.....	5
TEMA EJEMPLO DE APLICACIÓN.....	7
⇒ TÍTULO DEL TEMA Y NIVEL DE DESARROLLO.....	8
⇒ RELACIÓN CON EL PLAN DE ESTUDIOS/OBJETIVOS.....	8
⇒ PROPUESTA DIDÁCTICA/TIPO DE ACTIVIDADES.....	11
⇒ DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA.....	19
⇒ EVALUACIÓN.....	28
CONCLUSIONES FINALES.....	31
❖ ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO DE OPINIÓN Y CONCLUSIONES SOBRE EL PLANTEAMIENTO DIDÁCTICO.....	31
❖ CONCLUSIONES SOBRE MI INCURSIÓN EN LA DOCENCIA.....	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
ANEXOS.....	40
ANEXO 1: DOCUMENTOS DE PRACTICUM (pp. 1-35)	
ANEXO 2: PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA ATENCIÓN A LAS NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES (pp. 1-9)	
ANEXO 3: ANÁLISIS Y PROPUESTA DIDÁCTICA DE LOS CUESTIONARIOS Y ENTREVISTAS GRABADAS (pp. 1-12)	

## INTRODUCCIÓN

---

Siempre he ayudado a estudiar a compañeros y familiares, mi entorno más cercano está vinculado a la docencia y siempre me he sentido atraída hacia ella. Me atrevería a decir que el peso del componente vocacional es elevado en relación a mi decisión de cursar este Máster, estudié Bioquímica pero siempre pensando en orientar mi formación hacia la docencia, en parte por la huella que dejaron en mí determinados profesores, sin duda responsables de que hoy en día haya llegado hasta aquí dado que me transmitieron su gusto por las Ciencias. El Máster, y más concretamente, el Practicum asociado a él, eran para mí una prueba de fuego para saber si realmente era lo que quería para mí en el futuro, indudablemente ahora sé que por dura y difícil que me parezca la profesión me gustaría dedicarme a ello, considero que estoy aportando algo a los demás con mi trabajo y además pienso que trabajar con alumnos me permitirá aprender algo nuevo cada día.

Los principios y metodologías que hemos podido aprender durante el transcurso del Máster me han aportado en general nociones sobre Didáctica y Pedagogía, herramientas útiles para el modo de proceder en la preparación de las clases y como enfrentarme a un aula heterogénea de modo preventivo, también me han transmitido la importancia de la diversidad en la metodología para ajustarse a las necesidades de todos y cada uno en particular, y la importancia de una evaluación formativa que se ajuste a dicha metodología, sin lugar a dudas y como he podido constatar durante el periodo de Practicum, me han dotado de herramientas muy útiles para abordar las clases. Todas las asignaturas que nos han impartido en el Máster impregnan la importancia de construir un modelo docente personal y propio, centrado en el aprendizaje del alumno considerando sus necesidades y la influencia del contexto en que se desenvuelve. Nos transmiten la filosofía de que el profesor deberá enseñar de tal manera que el alumno sea el protagonista de su propio aprendizaje, un enfoque socio-constructivista en el que conforme avanzábamos en el Máster, nosotros mismos comenzábamos mayoritariamente a creer en él. Ciertamente a los periodos de prácticas consideraba que su aplicación sería difícil y dependiente en demasía de la actitud del alumno y su predisposición hacia el trabajo, y del contexto escolar: compañeros, sociedad en la que están mis alumnos (fundamentalmente los padres y los valores de los grupos en los que se insertan), ya que el equipo docente no lo considero oportuno, por tanto pese a que era lo más favorable para el alumno no veía tan claro que su aplicación en las aulas se ajustara a la realidad. Tuve oportunidad de aplicar este enfoque socio-constructivista y constaté que aunque requiere una labor de preparación contundente (especialmente para un docente inexperto) merece la pena, porque los alumnos se implican mucho más, dado que se aborda el aprendizaje desde una perspectiva innovadora que fomenta su interés. La participación del grupo y el feed-back profesor-alumno son muy enriquecedores para ambas partes, el docente conoce las formas de trabajo y las necesidades de sus alumnos lo que le permite ajustar su metodología y el alumno ve al profesor como un apoyo para alcanzar sus objetivos e intereses.

Durante el periodo de Practicum he realizado incursiones en varios niveles educativos: Ciencias Naturales en primer ciclo, Biología y Geología en segundo ciclo y Ciencias para el Mundo Contemporáneo en Bachillerato. Se decidió que no impartiese clase en los grupos de Biología y Geología y Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente de Bachillerato pues son cursos preparatorios de la Selectividad y preferí no interferir en la metodología de trabajo. Se me ofreció la posibilidad de dar clases a los grupos

diferenciados para una atención educativa más específica y adaptada: Programas de Aprendizajes Básicos, Diversificación y Unidades de Intervención Educativa Específica, en los ámbitos relacionados con mi especialidad, además mi participación fue muy valorada por los docentes de éstas áreas ya que en los ámbitos se abordan integradas las ramas de Ciencias y mi formación podía complementar la de los docentes y abarcar mejor determinados contenidos. En la mayoría de los cursos se ha realizado una comparativa entre dos grupos y en cuarto de E.S.O. y primero de Bachillerato se han abordado varias sesiones con cada grupo, no se realiza la comparativa con otros grupos del mismo curso dado que esto dificultaba cuadrar un horario.

No he impartido una unidad didáctica completa, por tanto de todas las prácticas realizadas escogeré para analizar las actividades de cuarto de E.S.O., dónde impartí más sesiones, tres concretamente, haciendo hincapié a la atención a la diversidad y el trabajo cooperativo, especialmente en una actividad con video-proyectos, en base al estudio de dos actividades que se detalla a continuación cuya realización, en mi opinión, me aportó unos contenidos esenciales: una programación atendiendo a las necesidades educativas especiales, la cual me ayudó a aprender a aplicar un enfoque de escuela inclusiva y a hacerlo de manera interdisciplinar en coordinación con compañeros de otras especialidades del Máster, y un análisis de una grabación que recogía las opiniones de los alumnos y el tutor de un grupo ordinario, acercaba en gran medida a la realidad de las aulas y la problemática a la que nos podemos enfrentar en un futuro.

## **ESTUDIO DE DOS ACTIVIDADES DEL MÁSTER**

---

- ❖ **PROPUESTA EN EL ÁREA DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA QUE ATIENDA A LA DIVERSIDAD EN LAS AULAS DE MANERA PREVENTIVA (Ver Anexo 2, páginas 1-9)**

### **“Atención a los alumnos con necesidad específica de apoyo educativo”**

Cada alumno tiene una forma de aprendizaje y hay que facilitar cobertura a todos, desde la propuesta didáctica que planteábamos debíamos proporcionar distintas vías para adquirir un contenido, esto requiere un profesor creativo que haga uso de actividades que den respuestas variadas y correctas, ajustándose a las características de la clase y el contexto con el que interaccionan, que conozca sus conocimientos previos y tome como punto de partida situaciones conocidas para sus alumnos. En mi opinión el temario debe enfocarse de lo general a lo particular, en la mayoría de las ocasiones es más fácil y mejor para ellos partir de lo significativo y próximo, de lo funcional a lo más complejo (García Pastor y García Gómez, 2009). Como he podido constatar en mi periodo de Practicum se debe dejar que los alumnos en todo momento expresen lo que saben, cómo actúan y cuáles son sus aptitudes, el profesor debe ver como trabajan los alumnos en el aula, fomentando la comunicación y el feed-back profesor alumno, y la propuesta didáctica se debe elaborar considerando todos estos conceptos.

Con la elaboración de la propuesta constaté que hay que seguir una política preventiva para evitar el fracaso, ofrecer diversas vías ante las distintas dificultades. El aula es un espacio de mediación para facilitar el aprendizaje, siendo importante el funcionamiento y la organización al desarrollar la clase: agrupamientos, espacio físico, tiempo, recursos y materiales para determinado contenido concreto (Parrilla, 2007). Cuando me enfrenté a esto en la propuesta de la asignatura ya presté consideración a la

realidad del aula pues había asistido como observadora durante el Practicum I, pero tras enfrentarme a las clases en el Practicum II me di cuenta que aunque es clave programar, la realidad del aula cambia día a día y aunque trates de considerar todos los factores, (cuantos más contemples mejor) realmente es clave tu capacidad de adaptación a las necesidades del grupo en cada momento, al trabajar con alumnos determinadas variables de funcionamiento de los grupos de trabajo en el aula son imprevisibles, por ejemplo en los agrupamientos: en ocasiones temas personales influyen en el trabajo y grupos que deberían complementarse por su tipología de trabajo entran en conflicto por problemas de afinidades y no funciona el grupo.

Los agrupamientos en las aulas pueden seguir criterios de homogeneidad (con las mismas características) o de heterogeneidad (diferenciado por notas, afinidad o intereses), la composición de nuestro grupo influirá en la metodología a seguir y por tanto debe considerarse en la programación. Durante mi Practicum he podido dar clases a varios grupos de un mismo curso e influenciados por la optatividad, me he enfrentado a grupos más o menos heterogéneos con una misma programación, que tal y como nos indicaban en la elaboración de ésta propuesta diversificar la metodología facilitaba adaptarse a las necesidades del grupo. Para abordar una dificultad tienen cabida distintas interpretaciones y el factor de mejora como suma de contribuciones e intercambio de lo que cada uno sabe ayuda a acercar posturas, actividades que desarrollen éstas competencias homogenizan el aprendizaje (García Pastor y García Gómez, 2009). Dentro de clase en la metodología se deberían realizar actividades con grupos abiertos y flexibles dónde puedan trabajar alumnos con distintos ritmos, y utilizar la heterogeneidad como una ventaja.

En general, como nos indicaban que evaluaríamos en la asignatura, se consideraba clave el seguimiento de los logros y una evaluación ajustada a la metodología.

Al plantear actividades se hizo hincapié en que los espacios deben ser accesibles, relacionados con las tareas que se quieren llevar a cabo y con los tiempos de trabajo, según sean trabajos individuales o colectivos, deberíamos programar una tarea con distintas respuestas, o plantear distintas tareas y que cada uno las desarrolle a su ritmo. Se puede impartir una explicación general y que parte del alumnado trabaje en grupo y parte individual. Ante una tarea es importante ver el tiempo como un elemento que facilita el aprendizaje, además la secuencia de tareas debe ser variable, no todos los alumnos califican como simple la misma tarea. El tiempo y la flexibilidad agilizan el aprendizaje, y son dos grandes limitantes con los que contamos al programar con un enfoque orientado a atender a la diversidad.

Existen multitud de recursos y materiales disponibles, pero dentro de ellos conviene tomar como referencia aquellos que vinculen las explicaciones a lo cotidiano, lo natural y los intereses de los alumnos, se debe insistir en el “Saber Hacer” para cubrir las necesidades del currículo, y considerar a los alumnos en el planteamiento de las actividades, de tal modo que estas puedan abarcar el mayor número de las peculiaridades que se puedan presentar en una clase.

Se debe contemplar una perspectiva inclusiva preventiva en la programación y la metodología en el aula, englobando la teoría socio-constructivista en la que los alumnos son protagonistas y responsables de su propio aprendizaje. Como profesor atenderemos a sus intereses, fomentando su aprendizaje a través de la manipulación, el aprendizaje cooperativo y ajustado a sus vías de aprendizaje, considerando su entorno más cercano y

conocido, sus relaciones y su interacción con el contexto. En definitiva, atendiendo a lo anteriormente citado, su nivel educativo y ritmo de trabajo, con la orientación adecuada del profesor, si la programación es adecuada, las diversas opciones de trabajo para el alumno tenderán a cubrir sus necesidades, favoreciendo así que todos sus alumnos puedan crecer como personas y lograr un aprendizaje significativo.

La forma de trabajo en los grupos con necesidades educativas perfectamente se puede desarrollar en un aula ordinaria de forma inclusiva (Giné, 2001), de hecho la metodología que seguí con ellos no difería de la que seguí con cualquier otro grupo a lo largo del Practicum. He tratado de complementar en todo momento lo que impartía oralmente con imágenes, vídeos y animaciones, cualquier tipo de modelo que pudieran manipular, favoreciendo trabajos en equipo o pareja dónde pudieran trabajar cooperativamente, etc., en definitiva tratando de usar diversas vías para tratar la información, la ratio más reducida en los grupos con necesidades específicas facilita el uso de ésta metodología pero con una programación previa idónea puede utilizarse en cualquier aula heterogénea. Por ejemplificar, concretamente en las sesiones de cuarto de E.S.O. he utilizado un modelo de piezas de plástico para construir una molécula de ADN y otro dibujado en papel para colorear y formar doblando el papel (*origami*) para ilustrar mi exposición, también planteo la realización de unos video-proyectos en los que los alumnos se distribuyen en parejas trabajando cooperativamente y elaborando y editando ellos mismos su grabación, pretendía además que cada pareja escogiera el artículo que más les interesara pero prefirieron que el reparto fuera al azar. Además al igual que la actividad que planteábamos podría plantearse de manera interdisciplinar coordinándose con profesores de otros alumnos para realizar el proyecto.

❖ **EL ANÁLISIS DE UN VÍDEO CON UNOS CUESTIONARIOS REALIZADOS A UN GRUPO DE CLASE Y A SU TUTOR: TRABAJO COOPERATIVO COMO PROPUESTA DE MEJORA DIDÁCTICA (Ver Anexo 3, páginas 1-12)**

**“Procesos de Enseñanza-Aprendizaje”**

Se visionaron dos vídeos en clase de entre los cuales debían escoger uno para analizar los contenidos del mismo y plantear una actividad que pudiera contribuir a solventar las necesidades y problemas que se manifestaban en la grabación, se plantea el trabajo cooperativo como propuesta de mejora. Realizábamos el análisis por equipos, escogimos un grupo de primero de Bachillerato de Humanidades del Instituto Ramón y Cajal (Zaragoza), a posteriori se coevaluaba y se evaluaba por el profesor. Fue una oportunidad para poner en práctica todos los contenidos abordados en la asignatura y además fue el primer acercamiento que tuvimos para plantear una propuesta didáctica ajustándola a lo que conocíamos del grupo, debíamos justificar la propuesta y considerar los recursos de los que disponíamos, era una simulación muy ajustada a lo que deberíamos afrontar en nuestras futuras clases, escogimos como herramienta el aprendizaje cooperativo, el acercamiento al análisis de la utilización de éste y sus posibilidades en aula supuso que lo considere un elemento vertebrador para mi actividad docente. El vídeo se estructura en dos partes, las respuestas de un grupo de alumnos voluntarios a un cuestionario sobre la actividad docente y sus experiencias, intereses y motivaciones, y una entrevista con el tutor de dichos alumnos, que expone sus impresiones sobre el grupo.

Tras el análisis realizamos una propuesta didáctica que nosotros fundamentamos en el trabajo cooperativo, abordaje que considero importante y que me ha sido de utilidad para su aplicación a posteriori. El grupo muestra una considerable falta de motivación que se ve reflejada en una actitud pasiva, nada participativa. Por esta razón se requieren actividades que fomenten la implicación de los alumnos y cierta flexibilidad para elegir de acuerdo a sus intereses, planteamos que los alumnos trabajaran en grupos y realizaran unos trabajos con una exposición final, se les permitía desarrollar un tema que les interesara, finalmente existía un premio que junto con una buena calificación constituía una motivación extrínseca. El profesor actuaba como guía y facilitador dejando a los alumnos trabajar de forma autónoma, sus intervenciones eran para fomentar la reflexión y plantear la relación con otros conceptos, en definitiva se favorecía un aprendizaje significativo en los alumnos. Los alumnos al disponerse en grupos deben interactuar entre ellos, asignar roles y repartir responsabilidades para alcanzar una meta común, deben respetar y contrastar todas las opiniones, aprenderán así a trabajar en equipo, debatirán y discutirán para llegar a acuerdos y realizarán un trabajo cooperativo (Pugolàs, 2003). Deben relacionar el tema con un aspecto de actualidad y analizar y reflexionar sobre el mismo, desarrollará por tanto el alumno sus capacidades de análisis, crítica y reflexión, además deberán recurrir a fuentes de información (que deberán citar correctamente). La presentación debía acompañarse de un *Power Point* (o similar) para abordar la competencia relacionada con el tratamiento de la información en formato digital, y después deberán realizar una exposición oral y responder a las preguntas que surjan de sus compañeros, la exposición oral es un ejercicio clave en los alumnos para favorecer la comunicación, por esto el tema escogido de ésta actividad es el aprendizaje cooperativo como apoyo en los procesos de aprendizaje utilizando como herramienta la realización de vídeos que fomente el trabajo de las habilidades cognitivo-lingüísticas a través del tratamiento de textos científicos y el lenguaje (Moreira, 2003). Respecto a la evaluación los alumnos tras las exposiciones debían realizar un “*Reaction Paper*” (recoge respuestas y opiniones en relación a lo expuesto por sus compañeros) lo cual les obligará a prestar atención a las explicaciones de los compañeros; paralelamente se realizaba una coevaluación que permitía a los alumnos ser críticos con el trabajo de los demás y con el suyo propio. Con éste sistema de evaluación formativa los alumnos conocerán los conceptos expuestos por sus compañeros y aprenderán a evaluar objetivamente. La actividad promovía los tres tipos de motivación: existe un premio final que fomenta que los alumnos se impliquen más para superar a sus compañeros en calidad y conseguirlo (motivación extrínseca), tratar un tema de su interés elegido por ellos mismos hace que exista una predisposición positiva hacia el trabajo (motivación intrínseca) se trabaja cooperativamente y se contribuye al aprendizaje de sus compañeros, se les implica fomentando su participación de modo que exista un aprendizaje significativo, de hecho se les implica incluso en la evaluación. Al fomentar el trabajo en grupo de forma cooperativa, dado que se les implica en un proyecto común en el que todos deberán esforzarse para alcanzar el objetivo final, la coordinación y el diálogo, se favorecen las relaciones entre todos los compañeros de clase, mejorando el clima y dando pie a posteriores cooperaciones en grupo, no solo en el centro, también en su entorno social y familiar (Ovejero, 1990). La competitividad sana favorece las relaciones interpersonales y la interacción entre compañeros. Por esto a mi juicio el planteamiento de una actividad fundamentada en artículos de actualidad y la construcción de un proyecto en base a ello, además enriquecido por la interdependencia positiva entre alumnos fruto de un aprendizaje colaborativo es clave (Tallada, 2010).



La actividad con vídeo-proyectos que posteriormente detallaré se fundamenta en el aprendizaje cooperativo, me hubiera gustado trabajar en equipo pero dado que sólo eran 16 alumnos consideré que sería mejor trabajar en parejas para abarcar mayor número de artículos científicos, además como debían desarrollar el trabajo en horario no lectivo (aunque les dirigía y ayudaba por correo electrónico si era preciso), pues únicamente disponía de una sesión para tratar la actividad y no podía realizar un seguimiento del trabajo en equipo, con los vídeos en pareja facilitaba el reparto de roles y la cooperación. Me centré en fomentar una motivación transcendente, ya que los alumnos adquieren un compromiso con su compañero a través de trabajo cooperativo en que el alumno pretende también el bienestar del compañero (Tapia, 2005), pretendía favorecer también la intrínseca al dejarles escoger entre determinados artículos, pero como todos les parecían más o menos igual de interesantes se hizo el reparto al azar. Les resultó motivadora la idea en sí de grabar las exposiciones y especialmente aprender a editar, lo que demostraron incluyendo imágenes y música en algunos vídeos. También se coevaluaron y autoevaluaron, con la finalidad de que fueran críticos y objetivos con su trabajo y el de sus compañeros.

## TEMA EJEMPLO DE APLICACIÓN

---

Durante el periodo de Practicum fue mi Instituto de origen, I.E.S. Pablo Serrano de Andorra (Teruel), el Centro que me acogió para llevarlo a cabo, por tanto tuve la suerte de conocer bien el Centro y parte de su profesorado, lo cual me facilitó mucho el desarrollo de mis actividades pues me desenvolvía en un entorno de confianza, de hecho tuve la suerte de ser tutorizada por una de las profesoras que me impartía clases durante la Educación Secundaria.

El alumnado del Centro recoge una población rural donde cursan sus estudios los alumnos del pueblo y pedanías próximas, que disponen de transporte escolar, la población es por tanto rural y la ocupación de la mayoría de las familias está relacionada con el sector de la explotación minera y generación de energía, debido a esto existe en el Centro un elevado componente de población inmigrante, aunque en el último año el colectivo no se ha incrementado en número. La filosofía de mi Centro por tanto promueve la formación del alumno por diversas vías y con metodologías ajustadas a sus necesidades, la formación del profesorado como oferta de calidad docente, a la par que la constitución del centro con un carácter integrador que ofrece espacios y tiempos a la comunidad educativa y su entorno, constituyendo así una educación inclusiva que fomenta la atención a la diversidad y con cohesión social que luche contra el absentismo y facilite oportunidades de desarrollo personal, la labor educativa del Instituto a mi parecer constituye un punto clave en la lucha contra el abandono escolar y por tanto la disminución del índice de paro, favoreciendo acceso a la educación para todos.

Mi tutora me propuso desde el inicio del Practicum II/III la idea de planificar mis intervenciones como un proyecto de Departamento, su planteamiento fue que pudiera dar clases en todos los niveles a lo largo de toda la Secundaria y en Ciencias para el Mundo Contemporáneo de primero de Bachillerato, para ello se coordinó con sus compañeros e incluso con profesores de los ámbitos de Ciencias que se imparten en los grupos con necesidades educativas específicas. La finalidad de este planteamiento es que pudiera trabajar con alumnos de cualquier nivel durante mi trabajo de prácticas, en el futuro desconozco que nivel educativo abordaré y es favorable adquirir del Practicum

este enfoque globalizador. Inicié la docencia con prácticas de laboratorio diseñadas por otros profesores y yo las impartí o realicé intervenciones en determinadas partes concretadas previamente, posteriormente programé (bajo supervisión de los profesores responsables correspondientes) una sesión para cada curso, la cual repetía en dos grupos, en los cursos que impartía mi tutora daba tres sesiones en cuarto de E.S.O. y dos en Ciencias Para el Mundo Contemporáneo de primero de Bachillerato, no se realiza la comparativa con otros grupos del mismo curso dado que al ser varias sesiones no podían cuadrarse horarios.

Cada uno de los temas abordados en este Practicum dispone de un planteamiento de propuesta didáctica, la síntesis del desarrollo de la misma, y una propuesta de mejora a aplicar en el caso de que las posibilidades que ofrece el centro variasen, ya sea en tiempo o en recursos, o incluso si cambiase el tipo de alumnado al que me dirigía; para los grupos de un mismo curso en los que repetía la propuesta, me podía permitir implementar la actividad con alguna de mis propuestas de mejora, a fin de mejorar los resultados. He impartido un total de 28 clases que he impartido dentro de algunos de los temas desarrollados en el aula, de las cuales 16 las he programado yo misma.

Cómo ya se indica anteriormente en la presente memoria, al no impartir una Unidad Didáctica completa me dispongo a detallar mi propuesta didáctica para cuarto de la E.S.O. Donde impartí tres sesiones a los 16 alumnos de la optativa “Biología y Geología”, el grupo en general obtiene buenas calificaciones (sólo dos alumnos suspendieron la evaluación anterior, en mi opinión ambos con dificultades de aprendizaje más que problemas actitudinales), aunque son un grupo inquieto y hablador, son participativos y se esfuerzan en el estudio de la asignatura.

## ⇒ TÍTULO DEL TEMA Y NIVEL DE DESARROLLO

“GENÉTICA MOLECULAR, BIOTECNOLOGÍA E INGENIERÍA GENÉTICA”

Se impartirán dos sesiones de modo más teórico donde se comenzarán a asentar las bases de la Genética Molecular, y una tercera sesión en la cual se expondrán los resultados de unos video-proyectos a partir de artículos sobre los avances y aplicaciones en Biotecnología e Ingeniería Genética realizados por los alumnos, su finalidad es interesar a los alumnos y fomentar que los alumnos autónomamente asienten unas bases para a posteriori exponer las técnicas que se abordan y que puedan realizar relaciones con sus aplicaciones.

## ⇒ RELACIÓN CON EL PLAN DE ESTUDIOS/OBJETIVOS

Para abordar los objetivos y la propuesta didáctica previamente hay que considerar que en el currículo es la primera vez que los alumnos abordan estos conceptos, haciendo referencia a las teorías de Piaget (Varios autores no concretados en el artículo, 1988) en relación a que el alumno puede no estar preparado mental, referido a capacidad de procesamiento de la información, y psicológicamente, referido a la etapa de desarrollo para adquirir determinado nivel de conocimiento, es importante ver en qué nivel psicológico están nuestros alumnos y hacer un proceso de transposición didáctica que se

adecue atendiendo a la diversidad; esta madurez del desarrollo mental depende de la edad y las vivencias del alumno, así como el contexto, por ejemplo operaciones concretas, en las que el alumno requiere ver para creer, se pueden abordar desde edades tempranas, pero operaciones abstractas, que pretenden que el alumno relacione conocimientos requieren mayor desarrollo mental. Los conceptos científicos llevan consigo diferentes grados de complejidad en relación con la concreción o abstracción del término, pueden ser clasificados como descriptivos (por ejemplo, conceptos como el organismo con ejemplares directamente observables) o más teóricos (es decir, conceptos como el gen sin ejemplares directamente observables) en los los alumnos tienen dificultades para comprender los conceptos pues requieren un elevado grado de abstracción (Lawson, 2000), además es ante estos contenidos donde los alumnos deben trabajar la capacidad de conectar ideas y conceptos a través de diferentes niveles de organización: molecular, celular y macroscópico (Marbach-Ad y Stavy 2000), y paralelamente comprender una terminología compleja y a veces mal utilizada en los textos (Pearson y Hughes 1988; Goodwin 1990; Lewis, Leach et al., 2000). El plan de estudios debe ofrecer materiales y contenidos más amplios y profundos con el ascenso en el nivel educativo, adaptado a las posibilidades que ofrezca el desarrollo evolutivo del alumno y su nivel de abstracción (Palacios, 2004). Además existe una falta de conexión entre los distintas áreas del currículo relacionadas con genética (Wood-Robinson, Lewis, et al., 2000).

Es conveniente revisar las definiciones de los conceptos que aparecen en el libro de texto y conocer las definiciones que darían los estudiantes sobre conceptos básicos en genética antes de enfrentarse a la enseñanza-aprendizaje de éste tema (Caballero, 2008). Hay que considerar al plantear los objetivos que los alumnos pueden disponer de ideas previas incorrectas desde el punto de vista científico, además dichas ideas son difíciles de identificar y vienen guiadas por la percepción del alumno y su experiencia en la vida cotidiana, son construcciones personales con distintos grados de especificidad que habitualmente son muy difíciles de desarraigar (Limón y Carretero, 1996). Según datos estadísticos cerca del 70% de los profesores de Biología y Geología consideran que las ideas previas de los alumnos dificultan el aprendizaje, el 32% de los encuestados afirman que la incidencia en el aprendizaje proviene de la dificultad que existe para poder cambiar esas ideas y el 15% consideran que el problema es de los propios alumnos que son incapaces de cambiar los conceptos (Fernández et al., 1994).

Los objetivos de la programación constituyen una guía para la planificación del aprendizaje y han de formularse explícitamente, definen las intenciones educativas respecto a los alumnos y proporcionan criterios de valoración del proceso (y el grado de los diferentes tipos de capacidades adquiridos por los alumnos) y los resultados; la formulación o diseño de los objetivos debe adaptarse a la realidad de los alumnos, al proceso de instrucción y a los resultados que se esperan obtener, por tanto los objetivos irán dirigidos al ámbito conceptual, procedimental y actitudinal (López, 2007).

### **Objetivos:**

- › Identificar el ADN como componente de los cromosomas que llevan los genes.
- › Conocer las principales características del ADN, que lo convierten en la molécula ideal para albergar información. Describir la estructura y la composición de los ácidos nucleicos.

- › Reconocer la existencia de un código genético y ser conscientes de su necesidad.
- › Conocer los procesos de replicación y transcripción en los ácidos nucleicos.
- › Reconocer la Biología Molecular como base fundamental de los adelantos biotecnológicos actuales.
- › Conocer las principales aplicaciones de la Biología Molecular y de la Biotecnología.
- › Despertar una actitud crítica ante el desarrollo de la Biotecnología.
- › Conocer aportaciones de la Biología Molecular y de la Biotecnología al campo de la salud, pudiendo hacer un juicio ético sobre ellas.

En base a éstos objetivos se considerará que existen estudios (Marbach-Ad y Stavy, 2000) que recogen cuestiones a los alumnos sobre conceptos genéticos asignándolos a los tres niveles principales de organización: nivel macroscópico, nivel microscópico, y nivel sub-microscópico, para evaluar su comprensión y su capacidad para relacionar ideas y conceptos de los distintos niveles de organización, los alumnos son capaces de exponer los conceptos cuando se refieren a un único nivel molecular pero no lo son cuando les piden que relacionen determinada manifestación fenotípica (nivel macroscópico) con conceptos como gen o cromosoma (nivel microscópico), en muchos de los casos la causa es que desconocen la equivalencia entre gen y cromosoma. Otros estudios (Wood-Robinson, Lewis, et al., 2000) muestran una confusión generalizada sobre la naturaleza de la información genética en las células y el mecanismo por el cual la información genética se transfiere de una célula a otra y entre generaciones. Por otro lado los alumnos muestran una escasa comprensión de los procesos por los que la información genética se transfiere y faltan conocimientos básicos acerca de las estructuras implicadas (gen, cromosoma y célula), por ejemplo los alumnos no distinguen el gen de la información genética y desconocen como un gen determina una característica, además de que se manifiestan ideas alternativas al respecto, por tanto el enfoque actual de la enseñanza parece no proporcionar una preparación eficaz a los alumnos como futuros investigadores o para comprender la información científica de la que disponen en su vida personal (Lewis y Wood-Robinson, 2000). Por último hay que tener en cuenta los estudios sobre libros de texto que muestran una tendencia a confundir el código genético con la información genética; el tratamiento de la transcripción del ADN, la regulación de la expresión génica y la traducción se presenta como información basada en hechos sin necesariamente facilitar la adquisición de una comprensión de los principales conceptos. El significado biológico de términos tales como "traducción", "proteínas codificadas" o "regulación de la expresión génica" no son claros y se encuentran relacionada por tanto no favorecen la comprensión, existe una necesidad de abordar la biología molecular en un contexto más amplio, en la biología celular y todo el organismo (Martínez, Gil y Osada, 2006). Otros estudios sobre los libros de texto indican que la ingeniería genética se introduce sin una referencia al código, la expresión de proteínas o el material genético compartido por algunas especies, en algunos casos se encuentra mal definida o explicada sin detalle y sin considerar los conocimientos que pueda tener al respecto el alumno, haciendo únicamente hincapié en la información más de moda, aunque existe información no está fundamentada y por tanto los alumnos no adquieren una comprensión significativa de la tecnología (Martínez, Gil y Osada, 2003). Cabe destacar que se realizó un estudio (Shaw, Horne, et al., 2008) en que se pedía a los alumnos que abordaran temas de

tecnología molecular elaborando un ensayo y los resultados demostraron que no comprenden la biotecnología y además se manifestaron muchas ideas alternativas al respecto del índole de las planteadas en la justificación de objetivos o de las que se manifiestan en el desarrollo de la propuesta didáctica. Los alumnos tienen unos conocimientos muy limitados respecto a las ideas más básicas relacionadas con la función, estructura y localización de genes, confundiendo conceptos clave, como gen y cromosoma, y por tanto tampoco entienden los procesos de ingeniería genética relacionados con ellos (Lewis, Leach et al., 2000). El análisis de los procesos de investigación ante determinadas enfermedades genéticas ha demostrado que ayuda a que los alumnos relacionen con mayor facilidad y relacionen los distintos niveles de organización (Castéra, Bruguière, et al., 2008). Para alcanzar los objetivos anteriormente detallados prestaremos especial atención a los siguientes aspectos: los contenidos de enseñanza y su secuenciación, los conocimientos que poseen los alumnos que inician el estudio de la genética molecular y la resolución de problemas como estrategia de enseñanza (Banet y Ayuso, 1995), tal y como se contempla en la propuesta didáctica que se presentará a continuación y se concreta en el desarrollo de la misma.

## ⇒ PROPUESTA DIDÁCTICA/TIPO DE ACTIVIDADES

La elección y secuenciación de las actividades que se van a utilizar son claves como herramienta de enseñanza –aprendizaje y se fundamentan el modelo didáctico del profesor. El aprendizaje significativo se persigue en la corriente pedagógica constructivista de enseñanza-aprendizaje, el profesor debe conocer lo que saben sus alumnos y enseñar a partir de eso, a continuación se deben englobar distintas actividades y metodologías, el alumno tiene que tener vías por donde desarrollar o hacer uso de lo que sabe y constatar dónde falla, finalmente será el alumno el protagonista del conocimiento y lo va construyendo, y el profesor guía el aprendizaje con actividades en las que el alumno aprende a aprender, fomentando la reflexión. Lo que aprende así adquiere sentido para él, puede aplicarlo y sabe relacionarlo con su entorno o con los nuevos conocimientos que va adquiriendo (Sanmartí, 2000).

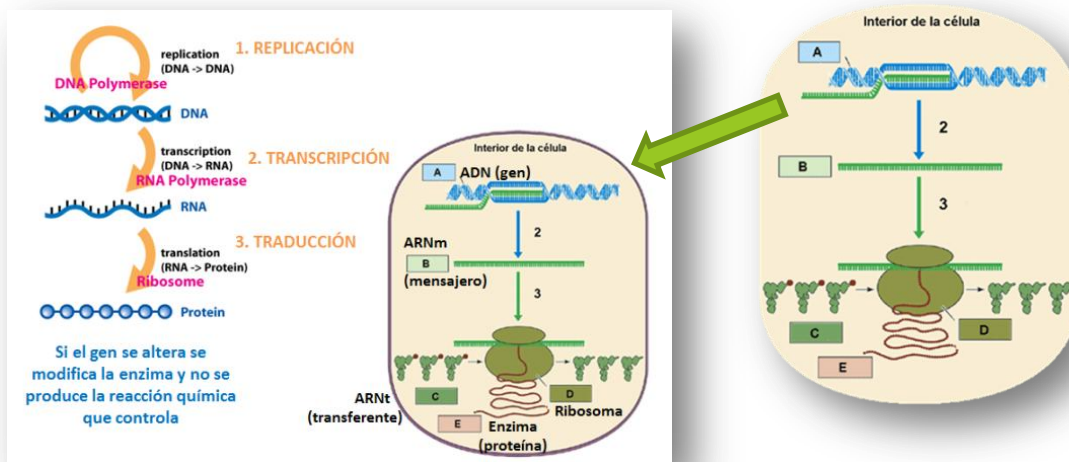
### ▪ Actividades de exploración de ideas:

El componente actitudinal del profesor es importante en el desarrollo de sus funciones, como indica Ausubel, “mira lo que sabe tu alumno y avanza desde ahí” (Ausubel, Novak y Hanesian, 2009); (Ausubel, 1968), se debería plantear una enseñanza mediante el conflicto cognitivo a partir de las concepciones alternativas de los alumnos para lograr un cambio conceptual entendido como su sustitución por otras teorías más potentes, es decir más próximas al conocimiento científico, partiendo de que: “Es el alumno el que elabora y construye su propio conocimiento y quien debe tomar conciencia de sus limitaciones y resolverlas” (Pozo y Gómez, 1998). Se realizará a los alumnos un test de ideas previas (Ver las preguntas realizadas en Anexo 1, “Cuestionario de ideas previas” página 1) sobre los conceptos que según la justificación teórica podían dar dificultades, como confundir genética clásica y molecular, la composición y estructura del DNA, la diferencia entre DNA, gen y proteína, y otra para corroborar que recordaban el concepto de replicación.

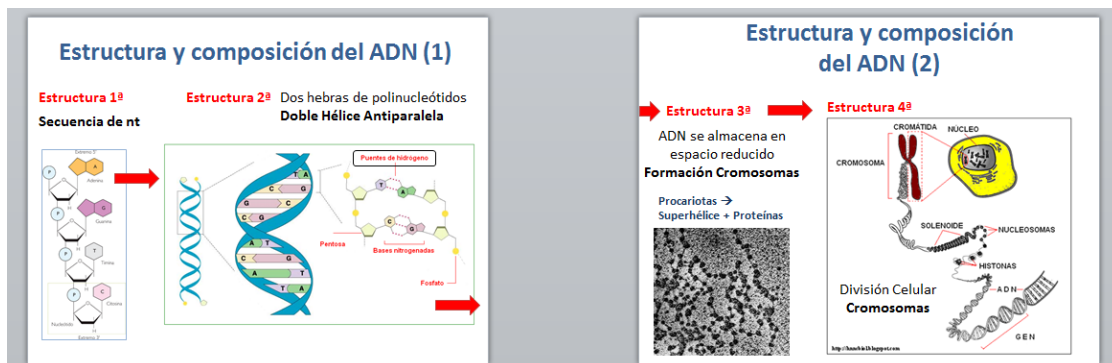
## ■ Actividades de exposición:

Utilizando una presentación *Power Point* (Ver Anexo1, páginas 2-13), la cual ayuda a presentar los objetivos principales y organizar el conocimiento aunque hay que tener en consideración como se usa para no desembocar en un desbordamiento cognitivo por exceso de información (Kjeldsen, 2006).

Se intercala en determinado punto de la primera sesión una **actividad introductoria a los contenidos**: replicación, transcripción y traducción. Los alumnos deberán indicar los distintos conceptos señalados con letras y números oralmente cuando yo lo señale sobre la ilustración, se describe la complementariedad de bases para esta molécula indicando que la timina será sustituida por uracilo al poder ver ambos procesos enlazados, sin afán de que lo comprendan si no para que les vaya sonando, pretendo con ella fomentar la participación del alumnado, que relacionen con lo estudiado en otros temas sobre el ribosoma, también da indicios para que se sitúen en el contexto de cara a la teoría que prosigue, sirve para evitar el desbordamiento cognitivo (Kjeldsen, 2006).



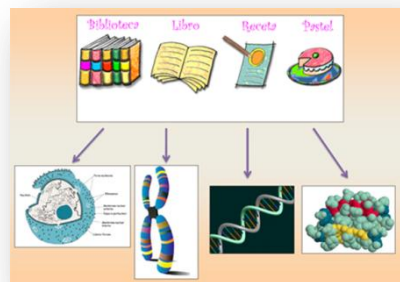
Para ayudar a los alumnos a relacionar a nivel macroscópico y microscópico a lo largo de la presentación se hace hincapié en relacionar, por ejemplo:



Se usarán imágenes que conecten con lo conocido para facilitar la comprensión (Pozo y Gómez, 1998), por ejemplo la comparativa entre el DNA y una escalera de caracol:



Se realizará una comparativa de los procesos de replicación, transcripción y traducción con una imagen de una biblioteca llena de libros que contiene toda la información, posteriormente un libro que concreta la información correspondiéndose con la transcripción de la receta al pastel que sería la traducción a la proteína, así pueden relacionar con contenidos conocidos y facilitar el aprendizaje (Pozo y Gómez, 1998):



Se analizará el proceso de replicación pidiéndoles a los alumnos que indiquen en la mitosis de la célula en qué fase se producía este proceso, para fomentar la participación del alumnado y la relación con temas anteriores, posteriormente se abordará el proceso de transcripción, en ambos casos se utilizarán imágenes animadas y links de enlace a aplicaciones animadas (por ejemplo para replicación <http://goo.gl/I3NbO> y para traducción <http://goo.gl/VXgjX>), en las que pueden observar el proceso de un modo menos abstracto y hacer más atractivo el concepto a los sentidos del receptor (Walker y Chaplin, 1997), y redirecciones a videos aclaratorios sobre el tema (por ejemplo: <http://goo.gl/zaXbI> para replicación, <http://goo.gl/ekffQ> para traducción o <http://goo.gl/g0Dh8> para síntesis), se explicaran ambos procesos mediante modelos simplificados.

#### ▪ **Actividad de manipulación:**

En esta sesión durante la explicación de la estructura de DNA se pasará a los alumnos un modelo con piezas de plástico (Ver Anexo 1, página 13) donde podrán construir su propia estructura en tres dimensiones encajando las bases nitrogenadas que correspondan complementariamente.



Como tarea para casa se les dará una fotocopia con la molécula de DNA para colorear (Ver Anexo 1, página 14) y un link a un tutorial (<http://goo.gl/WwkKO>) sobre el proceso de doblado del papel para construir la molécula en tres dimensiones (Ver Anexo 1, diapositiva 10 de la presentación en la página 7).

Para superar la dimensión concreto-abstracto es precisa la manipulación del concepto en la medida que éste ofrezca (Ausubel, 2002).

▪ **Ejercicios prácticos de lápiz y papel:**

También se les mandará dibujar un modelo de la molécula de DNA y ejercicios del libro (Ver Anexo 1, página 16). Es clave que los alumnos trabajen los contenidos mediante ejercicios de aplicación de la teoría (Caballer y Oñorbe, 1997) para así interrelacionar y construir conocimiento, y por tanto construir aprendizaje significativo (Ausubel, 2009).

▪ **Experiencia: lectura de artículos científicos y realización de vídeo-proyectos**

Al finalizar la clase se repartirán a los alumnos unos artículos relacionados con la genética molecular (Ver Anexo 1, páginas 22-25 listado de artículos y links de acceso), la temática es relacionada con los temas presentados en el libro y se han utilizado artículos obtenidos en los últimos años de la prensa diaria y de revista científica, el uso de la prensa tiene un amplio abanico de posibilidades para contribuir a la alfabetización científica, siendo un paso clave para ayudar a los estudiantes a lograrla, la lectura como un apoyo a los esfuerzos de los estudiantes para aprender la ciencia significativa, en muchas ocasiones estas oportunidades son desaprovechadas por el profesorado (Gadea, Vilchez, y Gil, 2009); (Glynn y Muth, 1994). Deberán leer su artículo trabajando en pareja, el grupo de clase son 16 alumnos por tanto ocho parejas, extraer las ideas principales y comentar la técnica relacionada con la genética molecular que se aborda en dicho artículo, posteriormente deberán realizar una grabación haciendo uso de sus Smartphone (se pregunta oralmente si en todas las parejas existe uno de ellos) de duración inferior a cinco minutos en la que se valorará la exposición y que sean capaces de explicar los conceptos con sus propias palabras. La teoría de la conversación de Pask según la cual solo se constata el aprendizaje cuando eres capaz de enseñarlo explicándoselo a otra persona, es una herramienta muy útil en la docencia telemática basándose en un aprendizaje cooperativo (Martín, García y Ramírez, (2001), una situación similar a la planteada en los vídeo-proyectos. Dispondrán de dos semanas para realizar esta actividad en su domicilio, podrán escribir a mi correo electrónico en caso de que exista cualquier duda y serán enviados el día anterior a visualización.

El proyecto de grabación en vídeo y visualización de la exposición de un artículo científico, permite abarcar los siguientes objetivos de Currículo Aragonés: Reconocer la Biología Molecular como base fundamental de los adelantos biotecnológicos actuales, conocer sus aplicaciones, despertar una actitud crítica y poder hacer un juicio ético. Los vídeos que habrán realizado los alumnos recopilarán las ideas principales del artículo que hayan trabajado e indican la técnica relacionada con la Genética Molecular utilizada en la investigación. Lo han preparado durante una semana en casa y se visualizan en clase (1 sesión). La justificación de la propuesta se fundamenta en lecturas sobre la utilización de Vídeo-Proyectos en el aula (Campuzano, 1992); (Kyker&Curchy, 1995):



TEORÍA	METODOLOGÍA
<p>El alumno aprende para poder enseñar</p> <p><i>** Aprender a partir de artículos científicos</i></p> <p>(Parkinson y Adendorff, 2004)</p>	<p>→ Profundizar y buscar los conceptos que les resulten complejos, autónomamente.</p> <p>→ Contrasta la información de los artículos y tomar una actitud crítica ante ellos.</p>
<p>El alumno aprende a trabajar en pareja</p> <p><i>** Trabajo cooperativo</i></p> <p>(Pujolàs, 2009)</p>	<p>→ Planificar el guión la grabación (comprensión espacio-temporal).</p> <p>→ Interpretar, sintetizar, seleccionar (bloques y secuencias) y organizar la información.</p> <p>→ Reparto de roles para la grabación.</p> <p>→ Reparto de bloques y secuenciación de la exposición.</p> <p>→ Favorecer la inclusión y un trabajo cooperativo.</p>
<p>El alumno aprende la producción de vídeos</p>	<p>→ Grabar, editar, audio, imágenes, etc.</p>
<p>Motivar al alumno</p> <p>(Tapia, 2005)</p>	<p>→ Poder explicar a sus compañeros lo que conocen.</p> <p>→ Despertar el interés sobre los proyectos de investigación actuales en Ciencia</p>
<p>Retroalimentación al alumno: mejorar el rendimiento individual y de grupo en el futuro</p> <p>(Barry, 2012)</p>	<p>→ La visualización permite en el futuro, revisar y profundizar sobre su grabación, les ofrece una visión de cómo se percibe su presentación y podrán beneficiarse de la experiencia en futuras ocasiones.</p>

Durante el visionado los alumnos realizarán una **actividad de toma de notas**, deberán completar un cuadrante (Ver Anexo 1, página 26) en el que señalen nombre del artículo, autores del video, las ideas principales de los compañeros (en un máximo de tres líneas), alguna cuestión que les hubiera gustado que les aclararan mejor, y la opinión personal, la toma notas permite que el estudiante organice la nueva información y la asimile de manera significativa en su estructura cognitiva (Peper & Mayer, 1986), por tanto estos cuadrantes se completan de manera individual.

Para finalizar una **actividad de evaluación**, los alumnos deberán autoevaluar y coevaluar los video-proyectos, implican al alumno en su propia evaluación y fomentan una evaluación formativa e integrada en el proceso de enseñanza-aprendizaje, además de requerir a los alumnos de objetividad (Morales, 2010).

### **INNOVACIÓN/INVESTIGACIÓN EN LA METODOLOGÍA HABITUAL**

La utilización de videos como práctica educativa que obliga a los alumnos a visualizar sus presentaciones y ensayarlas varias veces previamente a la grabación. Además poder visualizar sus propias exposiciones les ayudará a conocer como se expresan y como se enfrentan a una exposición pública, poniendo por ejemplo en evidencia el uso de muletillas, proporciona *feed-back* al alumno, previamente a entregar el video pueden revisar y mejorar su trabajo.

### **PROCEDIMIENTOS:**

- Reflexión sobre la Hipótesis “Un Gen-Una Enzima”.
- Elaboración de dibujos sobre la estructura del ADN y del ARN.
- Describir la estructura y la composición de los ácidos nucleicos y conocer las características del ADN y el RNA, ser capaces de distinguirlos.
- Elaboración de un montaje en papel mediante papiroflexia para comprender y contemplar la estructura del ADN.
- Utilización del código genético en la realización de replicaciones y transcripciones.
- Escribir pequeñas secuencias resultantes de replicaciones y transcripciones con la ayuda del código genético.
- Tratamiento y exposición en vídeo de artículos sobre diversos procesos biotecnológicos, ingeniería genética y aspectos bioéticos.

### **COMPETENCIAS:**

- *Aprender a aprender* → Formula interrogantes sobre las nuevas tecnologías y sus consecuencias. Cuestiona los límites éticos y técnicos de la Ciencia.

- *Autonomía e iniciativa personal* → Adopta posturas personales ante prácticas médicas de dudosa ética y utilidad ante la evolución del pensamiento, y adquiere valores de respeto a las distintas posturas existentes sobre ética médica, lo cual le permite participar en el debate público y explicar sus argumentaciones con una justificación adecuada.
- *Conocimiento e interacción con el mundo físico* → Conoce la relación existente entre el ADN y los experimentos de Genética de Mendel. Relacionar la estructura de los nucleótidos con la alimentación. Ser capaces de relacionar los procesos de replicación y traducción con la síntesis de proteínas. Relacionar la replicación del DNA con la interfase de la división mitótica. Toma conciencia de la importancia del conocimiento del ADN y sus procesos en Medicina y reproducción asistida. Conoce las aplicaciones más usuales de la Biotecnología, los procesos y técnicas que se aplican en la Medicina, la industria y el medio ambiente.
- *Competencia social y ciudadana* → Es capaz de comprender las enfermedades relacionadas con alteraciones en la estructura del DNA y los genes. Adquiere una postura crítica ante las nuevas técnicas médicas e industriales basadas en la Genética Molecular. Aprecia la importancia de la biotecnología en la mejora de las condiciones de vida de la sociedad.
- *Comunicación lingüística* → Aplica los conceptos básicos sobre el ADN y el ARN y es capaz de argumentar respecto a ellos. Ser capaces de aplicar los conceptos básicos de replicación y transcripción, siendo capaz de argumentar sus reflexiones sobre ellos. Expone oralmente los argumentos científicos, éticos y sociales que se expresan en los artículos.
- *Tratamiento de la información y competencia digital* → Diferenciar la estructura y composición del DNA y del RNA en distintos modelos que se representan en las ilustraciones y animaciones aportadas en la presentación y el libro, los cuales se presentan distintos esquemas. Estudia críticamente las noticias relacionadas con los logros de la Genética Molecular. Busca, selecciona y comprende información de los artículos o complementaria sobre Biotecnología aplicada. Elabora un video donde expone los contenidos expresados en el artículo

## ACTITUDES

- Valoración de las actividades humanas que aumentan el riesgo de enfermedad al alterar la estructura y composición de las moléculas de ADN y ARN.
- Valoración de la Ciencia y las actividades científicas y sus portaciones.
- Enjuiciamiento de los procesos biotecnológicos relacionados con los procesos de replicación y transcripción en el código genético y valoración de su importancia en la mejora de las condiciones de vida de la sociedad.
- Enjuiciamiento de los procesos biotecnológicos y valoración de su importancia en la mejora de las condiciones de vida de la sociedad.
- Valoración de las aplicaciones biotecnológicas como necesarias, pero con una actitud crítica ante su uso.
- Interés por aspectos bioéticos y por la búsqueda de razones científicas que argumenten las distintas posturas al respecto.

## TEMPORALIZACIÓN

Tres sesiones de cincuenta minutos de aula.

## **REALIZACIÓN INDIVIDUAL/GRUPO**

Las dos primeras sesiones dirigidas a la clase, la actividad a parejas y la última sesión individual.

## **MATERIALES/INFRAESTRUCTURAS**

Un proyector, un ordenador y un programa que permita la visualización de videos.

## **PAPEL DEL PROFESOR**

En las dos primeras sesiones exponer los contenidos intentando fomentar la participación del alumnado mediante preguntas relacionadas con lo que se está impartiendo y haciendo uso de lo conocido para ellos, estrategias a seguir para lograr una clase magistral efectiva e interactiva (Morell, 2000).

Durante la tercera sesión analizaré la información de cada uno de los videos indicándoles los aspectos que deben mejorar de cara a actividades de esta índole en un futuro.

## **EVALUACIÓN**

### **APRENDIZAJE DEL ALUMNO**

Mediante la molécula de DNA en tres dimensiones coloreada, la molécula dibujada, la corrección de los ejercicios propuestos en el aula y la nota fruto de la coevaluación de la actividad de la grabación de videos en base a los artículos.

### **ACTIVIDAD**

Durante las dos primeras sesiones la participación del alumnado y la realización de las tareas encomendadas.

## **ESTRATEGIAS ALTERNATIVAS**

Se podrían realizar las exposiciones orales de la tercera sesión sin necesidad de la grabación en video en el caso de que los alumnos no dispongan de algún medio para realizar la grabación.

## ➔ DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

**CONOCIMIENTOS PREVIOS:** Realice un test de ideas previas (Ver algunos resultados en Anexo 1, página 1) con el que constate que desconocían la diferencia entre la genética clásica y la genética molecular, no eran capaces de diferenciar entre gen y proteína, no sabían describir la estructura de la molécula de DNA, cuando se les pedía que la dibujaran únicamente conocían que se disponía en forma de doble hélice. Únicamente conocían el proceso de replicación porque lo habían dado como el proceso de duplicación del ADN en el proceso de la mitosis, según plantea el Currículo y me comentó la profesora, corroboré que lo conocían mayoritariamente con la última repuesta al test de ideas previas, aunque no todos lo recordaban (Ver algunos resultados en Anexo 1, página 1). Respecto a los video proyectos estas técnicas no son conocidas por ellos, el objetivo de esta práctica es que adquieran conocimientos base para posteriormente explicar de forma más específica las técnicas que se citan en estas noticias científicas con un lenguaje más simplificado.

### DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Al empezar las sesiones con los hitos de investigación históricos que condujeron a la genética molecular, los alumnos se encontraban muy silenciosos y yo no he fomentado la participación, por miedo a no alcanzar los contenidos programados. Posteriormente he pasado a analizar la hipótesis “un gen- una enzima”, aunque he preguntado a los alumnos sobre qué podría pasar si no está defectuoso el gen con la proteína que codifica no he obtenido respuesta y lo he tenido que exponer yo misma. He continuado explicando el modelo de DNA detallando los puntos más importantes y parándome en todos los modelos que había dispuesto en mis diapositivas, he disminuido el ritmo de la clase, lo cual ha fomentado que los alumnos comenzaran a participar respondiendo a las preguntas que les planteaba sobre cosas que acababa de explicar como por ejemplo cual era la base complementaria a la Timina en ese modelo y cual a la Citosina, han empezado a surgir dudas, he respondido a las preguntas y me he dado cuenta de que había ido demasiado rápido y debía repasar los contenidos dados, especialmente en los puntos que habían resultado más conflictivos y sobre los que habían manifestado el grupo que existían dudas, especialmente sobre la complementariedad de bases respecto a cómo la enzima distingue las distintas bases. Aún considerado el tiempo invertido en este repaso he comenzado la exposición preparada para la siguiente sesión, lo cual me indica que he expuesto los contenidos de esta sesión demasiado rápido. Entre la explicación de la molécula de DNA y previamente a la explicación de la de RNA les pasé unas piezas de un modelo de molécula de ADN para que pudieran encajar las diferentes bases como marcaba la complementariedad y construir la molécula. Los minutos finales de la clase les he repartido la fotocopia para que realizaran el modelo de la molécula de ADN, les he conectado a un archivo YouTube en el que se observaba como debían realizar el doblado del papel relativo a la actividad, les indiqué que debían colorearlo y montarlo para el día siguiente (Ver Anexo 1, página 14, y un link: <http://goo.gl/WwkKO>), deben también dibujar la molécula en plano para entregármelo.

## **RITMO**

Demasiado rápido, en este grupo realice al final de las tres sesiones un test de opinión (Ver Anexo 1, páginas 31 y 32) y en su mayoría los alumnos hacen referencia a esto.

## **INCIDENCIAS Y/O MODIFICACIONES**

Algunos de los link que había adjuntado no funcionaron pero no afectaron al transcurso de la explicación pues en las presentaciones dispuse imágenes animadas que eran aclaratorias (Ver Anexo 1, diapositiva 16, 17 y 20 de la presentación, en las páginas 9, 10 y 11 respectivamente, las imágenes que aparecen corresponden a un formato *.gift* animado que les otorga movimiento, aunque no puede observarse porque se han pasado para la presente memoria a formato *.pdf*), además incluí los link en la selección de diapositivas para estudiar que les facilité tras finalizar las sesiones (Ver Anexo 1, páginas 20 y 21).

## **PARTICIPACIÓN DEL ALUMNADO**

El ritmo tan rápido del inicio de la clase impidió la participación del alumnado, en cuanto relajé el ritmo de la explicación los alumnos preguntaron sus dudas y se mostraron muy participativos.

## **DIFICULTADES DURANTE LA INTERVENCIÓN**

### **RELATIVAS A LA ACTIVIDAD**

Tenía que haber dado las fotocopias relativas al montaje de la molécula de ADN tras la visualización porque muchos de ellos comenzaron a montarla viendo el video y no siguieron la indicación de que previamente había que pintarla.

Con las piezas para construir la molécula de DNA con sus bases complementarias debía haber pasado varios modelos simultáneamente en la clase porque cuando el modelo llegó a los alumnos de las últimas filas, yo ya había avanzado en la explicación y no sabían lo que tenían que observar o realizar.

### **RELATIVAS AL ALUMNO**

Aunque el grupo era muy participativo el ritmo tan marcado en el inicio lo cohibió totalmente, hasta el punto de que aunque se formularan preguntas no respondían, hasta que no rebajé el ritmo de la clase no mostraron sus rasgos participativos ni plantearon preguntas.

## ASPECTOS DESTACABLES

### POSITIVOS

El contenido histórico del inicio de la clase les permitió relacionar el tema con el que se había expuesto anteriormente.

Se usaron comparaciones de la molécula de DNA y RNA que resultaron muy clarificadoras.

### NEGATIVOS

El ritmo tan rápido de la clase pudo dificultar la comprensión de los alumnos, impidió totalmente la participación del alumnado al principio de la clase y la interacción profesor-alumno, con lo cual desconozco si los alumnos estaban comprendiendo lo que yo exponía.

## NIVELES DEL CONTENIDO ABORDADO

Se abordó más contenido del que yo había programado inicialmente por lo tanto dediqué menos tiempo del necesario para tratar el contenido programado, avancé tres diapositivas más de lo esperado (Diapositivas 13-15 de las páginas 8 y 9 de Anexo 1).

## OBSERVACIONES

Cuando el grupo comenzó a ser participativo y comenzaron a surgir preguntas, este se mostró más agitado, y comenzaron a hablar por lo bajo, debí haber llamado al orden pero no hubo necesidad de hacerlo en cuanto comencé a contestar las preguntas.

## VALORACIÓN GLOBAL

Si me hubiese enfrentado a la clase con un ritmo más pausado desde el principio, hubiera conectado antes con los alumnos, y el rendimiento hubiera sido más favorable, me di cuenta del problema ralentizando mi actuación al final y fomentando el *feed-back*, haciendo un repaso general al final tirando más de los alumnos.

## PROPUESTA DE MEJORA DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Tratar el tema de un modo más pausado, repetir más veces los conceptos importantes, fomentar más la participación de los alumnos incluyendo más actividades que impliquen al alumnado. A parte del modelo y del dibujo debería haberles mandado más ejercicios del libro para que practicasen en casa. Si repitiera esta sesión repartiría varios modelos de la molécula de ADN con piezas para encajar y lo utilizaría también para ilustrar la duplicación.

## DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Como el día anterior había ido tan rápido, decidí en esta ocasión modificar la presentación de diapositivas preparadas para ésta sesión e introducir actividades que fomentaran la participación del alumnado ( Ver Anexo 1, diapositivas de la presentación 19, 20 y 20 en las páginas 10, 11 y 12, respectivamente), se resolvían oralmente y eran actividades de aplicación para la replicación y la traducción.

Inicialmente repasé todos los contenidos del día anterior, con preguntas abiertas sobre la estructura del DNA y el RNA, y los alumnos aprovecharon a plantear sus dudas al respecto, especialmente en relación a los tipos de uniones que las estabilizan; revisé que todos los alumnos hubieran realizado el modelo de molécula de ADN en papel (Ver Anexo 1, página 14), que fue realizada por todo el grupo (16 alumnos) y coloreada, excepto por tres alumnos, los cuales tampoco habían realizado el modelo a papel. Respecto al dibujo de un modelo de la molécula de DNA solo fue realizado por cinco alumnos de todo el grupo; al ver las representaciones me di cuenta que muchos de ellos no comprendían que los azúcares de las hebras laterales se unían a través de los fosfatos constituyendo las cadenas (Ver Anexo 1, página 15). Encadenando sus dudas, he abordado el dogma de la biología molecular comparando con la ilustración que relacionaba el producto final que es la proteína desde el cromosoma con el pastel desde el libro de recetas. He explicado la replicación y tras esta hemos realizado las actividades que planteaba, entre ellas un problema para el que pedí que saliera un voluntario a la pizarra y además un crucigrama que completamos entre todos oralmente. A continuación explico la transcripción y se realizan los ejercicios relacionados con ella, un voluntario sale a hacer uno de ellos a la pizarra, y se leen unos enunciados de Verdadero/Falso sobre los cuales los alumnos responden y justifican su respuesta oralmente. Las tres actividades mencionadas (Ver Anexo 1, diapositiva 18, 19 y 21 de la presentación, en las páginas 10, 11 y 12, respectivamente) no estaban presentes en la programación inicial pero las incluí para fomentar la participación del alumnado y fomentar el *feed-back* profesor alumno, son actividades “de lápiz y papel” que pasadas las clases a petición de la profesora entregué para que los alumnos pudieran usarlas para repasar.

Por último, tal y como ya he mencionado en la propuesta didáctica, explico la actividad con los videos que deben preparar para el próximo día, pregunto a la clase si disponen de *Smartphone* o algún sistema de grabación, y les indico que se agrupen por parejas. Les pregunto si prefieren escoger ellos mismos que artículo científico quieren trabajar entre los que les he seleccionado, decidiendo el grupo que distribuya los artículos al azar. Les indico que el video deberá ser enviado antes del día anterior a realizar la actividad, Jueves de la semana próxima, a mi correo electrónico; el video recopilará las ideas principales del artículo científico del que disponen y además deberán indicar que técnica relacionada con la genética molecular se utiliza en el artículo y con qué finalidad, la duración máxima del video será cinco minutos y el formato en que deberán enviarlo será cualquiera que pueda ser visualizado con *Windows Media*. Los vídeo-proyectos serán elaborados en base a los artículos que se propusieron.

Al final de la sesión he mandado los cinco ejercicios del libro programados para que los realicen en casa y se corregirán el día en que realicemos la actividad de los vídeos.



## RITMO

Ajustado a los cincuenta minutos de los que disponía en la clase.

## INCIDENCIAS Y/O MODIFICACIONES

Los links a videos que se señalaban en las diapositivas no han funcionado, no han sido precisos para comprender los contenidos pero les he dejado anotar su dirección para poder contemplarlos en casa y he podido realizar explicar el contenido con los links a las animaciones y las imágenes de las diapositivas al respecto (Ver Anexo 1, diapositiva 17 y 20 de la presentación, en las páginas 10 y 11).

## PARTICIPACIÓN DEL ALUMNADO

El alumnado ha participado de hecho, ha preguntado dudas, interrumpiendo incluso la explicación, para que repitiera por ejemplo cómo es el proceso de transcripción y comparara con la replicación pues no lo comprendían con facilidad.

## DIFICULTADES DURANTE LA INTERVENCIÓN

### RELATIVAS A LA ACTIVIDAD

Tengo que relacionar más los conceptos que explicaba a nivel molecular, es decir explicar que esos procesos se estaban produciendo en los llamados genes. No era suficiente con indicarlo en la diapositiva.

### RELATIVAS AL ALUMNO

Hay que preguntar a cualquier alumno en el aula en lugar de pedir voluntarios o esperar la respuesta del grupo pues sino siempre participan los mismos.

## ASPECTOS DESTACABLES

### POSITIVOS

La cercanía de los alumnos que en todo momento facilitaban el *feed-back* profesor alumno pese a que los contenidos eran totalmente nuevos, el número de contenidos era grande y de cierta dificultad en relación con el tiempo disponible.

### NEGATIVOS

He pronunciado mal la base nitrogenada Timina, pronunciando en dos o tres ocasiones “Tinina”, esto lo pude constatar gracias a la grabación de la sesión (En caso de querer consultarla debo pasarla con un pen por el peso de la misma y, por la privacidad de datos de los alumnos, solo podrá ser usada para fines didácticos), tras el análisis de esta.

## **NIVELES DEL CONTENIDO ABORDADO**

Se ha abordado el contenido programado ajustándose a la temporalización

## **OBSERVACIONES**

A los alumnos se les proporcionaran las diapositivas más importantes, contendrán los links que no hemos podido visualizar en clase (Ver Anexo 1, páginas 20 y 21).

Si tienen dudas durante la preparación de la actividad podrán hacer uso de mi correo electrónico. De hecho una pareja, como le pareció que yo tardaba en responder a una duda, me localizó en el teléfono de mi domicilio particular.

## **VALORACIÓN GLOBAL**

Estoy muy satisfecha con el transcurso de esta sesión, los alumnos mostraron su interés por la explicación y esta se expuso de un modo fluido y dinámico gracias a las actividades conjuntas.

## **PROPUESTA DE MEJORA DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA**

Debería haber preparado las actividades que respondimos en común en forma de ficha para que pudieran tenerlas como tarea para casa y las realizaran de nuevo, de hecho hablando con la profesora decidimos que se la daríamos al día siguiente (Si existía alguna duda se resolvería con el resto de ejercicios cuando se realice la actividad con los videos de los artículos).

## **DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA**

Al inicio de la clase hemos corregido las dudas respecto a los ejercicios que se habían mandado en la sesión anterior (Ver algunas respuestas de los alumnos en Anexo 1, páginas 17-19), solo ha surgido duda en uno de ellos en el que tenían que representar la replicación y no comprendían como se formaba la copia, tras corregirlo hemos realizado un pequeño repaso de los conceptos clave en el resto de los ejercicios.

Una pareja tuvo problemas para enviarlo por el peso del archivo pero un día antes me buscaron con el *pen* para entregármelo; sin embargo el día de la recepción faltaron todavía dos videos por recibir, el primero de ellos alegó no poder enviármelo y lo traía en el *pen*, les reclamé no haberme enviado un correo avisándome; en la otra pareja uno

de los miembros alegó que se había encontrado mal y sus padres no habían podido traerlo para hacer el trabajo y su compañero dijo que había intentado hacerlo solo, pero al final había quedado el video anulado por que le pusieron música, me lo entregó pero pidió no visualizarlo en el aula y exponerlo de forma oral, a ambas parejas se les indicó que esta incidencia supondría un punto negativo en su calificación. Se procede al visionado de los videos (No adjunto en Anexos las grabaciones de los alumnos, debo pasarlas con un *pen* por el peso de la mismas y, por la privacidad de datos de los alumnos, solo podrán ser usadas para fines didácticos), durante el mismo anoté observaciones para mencionarlas al finalizar y establecer un tiempo para *feed-back* con los alumnos, durante el cual los autores del video y sus compañeros hacen apreciaciones sobre el mismo, como por ejemplo respecto a la claridad de la exposición, o dudas sobre los contenidos, por ejemplo en el caso de una alumna el significado de “encastes”. También se intentaba recoger la idea principal aunque solo pudo realizarse en los dos primeros videos porque consumía mucho tiempo y no hubiera dado tiempo en esa sesión al visualizado de todos, por tanto solo se pudo hacer un par de apreciaciones rápidas a cada video. Tras finalizar la sesión al observar las fichas completadas por los alumnos (Ver Anexo 1, algunas respuestas de los alumnos en las páginas 26-30) observé que habían tenido dificultades en algunos casos para recoger la idea principal, no habían descrito lo que les hubiera gustado que les explicaran mejor y tampoco su opinión personal en el 90% de los casos.

#### **RITMO**

El ritmo de la clase fue acelerado debido a que la corrección de los ejercicios consumió más tiempo del programado por mí.

#### **INCIDENCIAS Y/O MODIFICACIONES**

Hubo alumnos cuyo volumen de grabación era demasiado bajo para oírlo bien en el aula, y requirió silencio absoluto, aunque finalmente se entendían.

En una pareja de alumnos, uno de ellos no realizó la actividad y el compañero dijo haberla realizado solo, el video no era suficientemente serio como para mostrarlo en clase, me pidió si podía no visionarlo en el aula y exponerlo oralmente en su lugar. Acepté su proposición dado que no me entregó el video hasta ese mismo día y viendo la ansiedad que tenía pensando en que se visualizara, decidí tomar precauciones ante lo que se podía mostrar en la clase.

#### **PARTICIPACIÓN DEL ALUMNADO**

Los alumnos tras los visionados de los respectivos videos manifestaron su opinión respecto al video propio y al de sus compañeros; en muchas ocasiones debía llamar al orden porque todos querían hablar y comentar a la vez.

## **DIFICULTADES DURANTE LA INTERVENCIÓN**

### **RELATIVAS A LA ACTIVIDAD**

Falta de tiempo para comentar los videos y poner en común las ideas principales.

### **RELATIVAS AL ALUMNO**

Los videos del alumnado no estaban rotulados idóneamente con el título del artículo y sus apellidos, trabajo que tuve que realizar yo misma.

## **ASPECTOS DESTACABLES**

### **POSITIVOS**

Al finalizar la sesión los alumnos comentaron entre ellos y a mí misma lo interesante que les había parecido poder verse exponer aunque les hubiera dado vergüenza, se comentaban unos a otros puntos que podían mejorar.

### **NEGATIVOS**

En caso de haber tenido más sesiones, hubiera sido aconsejable realizar un seguimiento de los vídeo-proyectos para evitar alguno de los problemas que se manifestaron.

## **NIVELES DEL CONTENIDO ABORDADO**

Siete de los ocho videos respecto al contenido de los artículos habían ampliado información y definido los términos importantes o desconocidos. Además algunos de ellos complementaron la explicación con imágenes.

## **OBSERVACIONES**

Dos de las parejas no se tomaron la actividad en serio realizando la grabación en un entorno que no era el adecuado, incluso en una de las parejas mientras uno de ellos hablaba el otro hacia “el tonto” por detrás. Tres de las parejas se limitaron a leer el artículo completo sin sintetizar ni ampliar.

El hecho de que los alumnos no escogieran por si mismos los artículos que les podían resultar más interesantes pudo desembocar en que alguno de ellos trabajaran artículos que pudieran no interesarles.

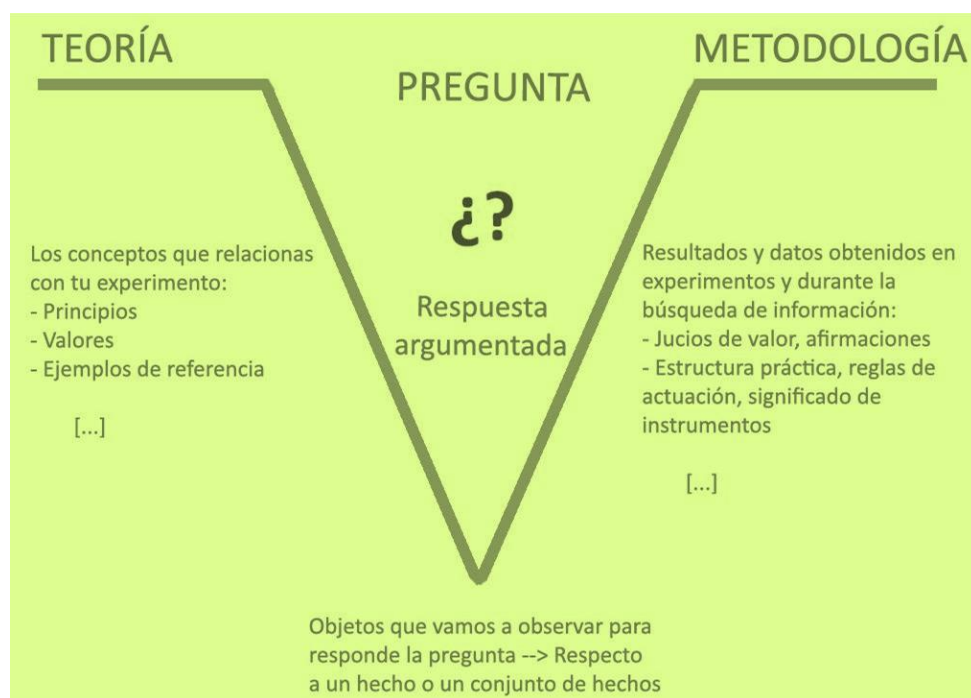
## **VALORACIÓN GLOBAL**

El trabajo autónomo reflejado en los videos de los alumnos fue muy satisfactorio, además los alumnos mostraron una actitud muy positiva ante la realización de los vídeos.

## PROPUESTA DE MEJORA DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Podría abordarse con estos video-proyectos un proyecto de investigación que abordara distintas partes de un tema o distintos temas de las unidades de un curso, de tal manera que finalmente se podría elaborar un documental sobre determinado tema que recoja y relacione todos ellos. Se utilizarían más sesiones donde se trabajaría la elaboración del proyecto y la producción, grabación y edición del mismo.

También se podría plantear a los alumnos realizar una *V de Gowin*, la cual está diseñada para ser utilizada en actividades prácticas, es un instrumento cognitivo que permite reflexionar y relacionar, ayuda a que los alumnos conozcan y concreten los conceptos objetivo, además sirve como una herramienta de autoevaluación (Izquierdo, 1994). Este elemento hubiera sido interesante desarrollarlo si no hubiera tenido los condicionantes de mis prácticas dado que podríamos ver la potencialidad del diseño.



### ➔ EVALUACIÓN:

A continuación se indican los criterios de evaluación que hubiera utilizado para evaluar la propuesta didáctica, sólo recojo la evaluación para la tercera sesión pues fue la única que se me permitió realizar en el desarrollo de la propuesta, pues los contenidos de las dos primeras sesiones serían evaluados por la profesora integrados con los contenidos del resto del tema en una prueba escrita al final de la unidad didáctica.

## **CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA**

Criterios de evaluación a mi juicio para las tres sesiones de la propuesta didáctica:

- Describir la estructura y la composición de los ácidos nucleicos.
- Reconocer las características del ADN.
- Explicar la importancia del código genético.
- Definir los procesos de replicación, transcripción en los ácidos nucleicos.
- Escribir pequeñas secuencias resultantes de replications, transcripciones con la ayuda del código genético.
- Conocer algunos de los productos biotecnológicos que se obtienen en la actualidad.
- Reconocer la importancia de la Genética en la mejora de la calidad de vida de la especie humana.

Actividades del índole de las realizadas en clase por los alumnos y las mandadas para realizar en casa, se les podría hacer encomendado la realización de una maqueta que refleje la estructura del DNA y del RNA, también sería interesante que los alumnos realizasen un cuadro comparativo donde reflejaran las semejanzas y diferencias entre ambas estructuras, respecto a los procesos de replicación y transcripción, tras abordar la traducción podrían preguntarse de manera integrada y relacionando los procesos con el concepto de mutación.

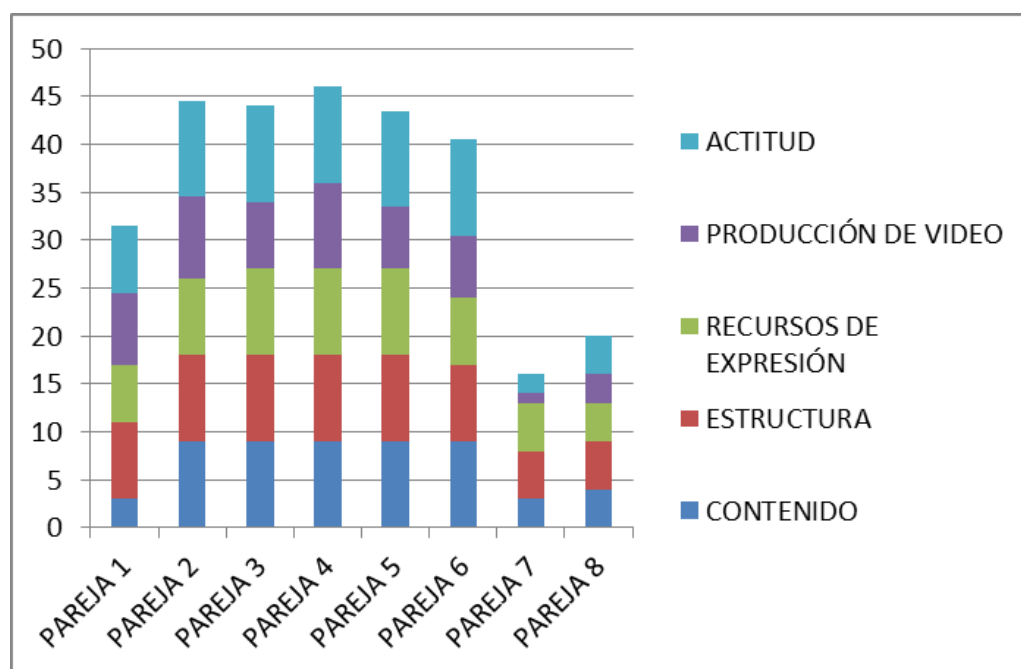
Los cinco primeros criterios de evaluación son los referidos a los contenidos abordados en las clases, en mi opinión cobran mayor importancia los dos últimos que van encaminados a que los alumnos activen procesos cognitivos y estrategias que les ayuden a desempeñar y comprender la tarea con los video-proyectos construyendo un aprendizaje significativo, pero considero también que han activado procesos no cognitivos como una actitud abierta y flexible ante nuevos conocimientos y una motivación intrínseca hacia la tarea (García-Bellido, Jornet, y González-Such, 2012).

## **EVALUACIÓN DE LOS VIDEO-PROYECTOS**

La evaluación de la actividad consistirá en una media ponderada entre la nota de su autoevaluación, la media de las notas de las calificaciones asignadas por los compañeros y la calificación otorgada por mí. La calificación del profesor contemplará la calidad y el orden de la exposición, el tratamiento de la información (incluida la búsqueda de información complementaria o la búsqueda de términos complejos que ayuden a comprender el artículo), se valorará la utilización de imágenes que ilustren las explicaciones, la forma de expresión durante la explicación, el hecho de no leer, la utilización de sus propias palabras para explicar términos científicos complejos, la organización dentro de la exposición de la pareja, el sitio escogido como fondo de la grabación, etc. Realicé la evaluación mediante una rúbrica que contiene una escala de observación según la cual se analizaran y evaluaran los distintos videos, se puntuará el contenido del video, la producción de este, la estructura, los recursos de expresión y la actitud. La rúbrica es de elaboración propia en base a indicadores que se pueden utilizar para exposiciones orales y proyectos (Rosario, 2012):

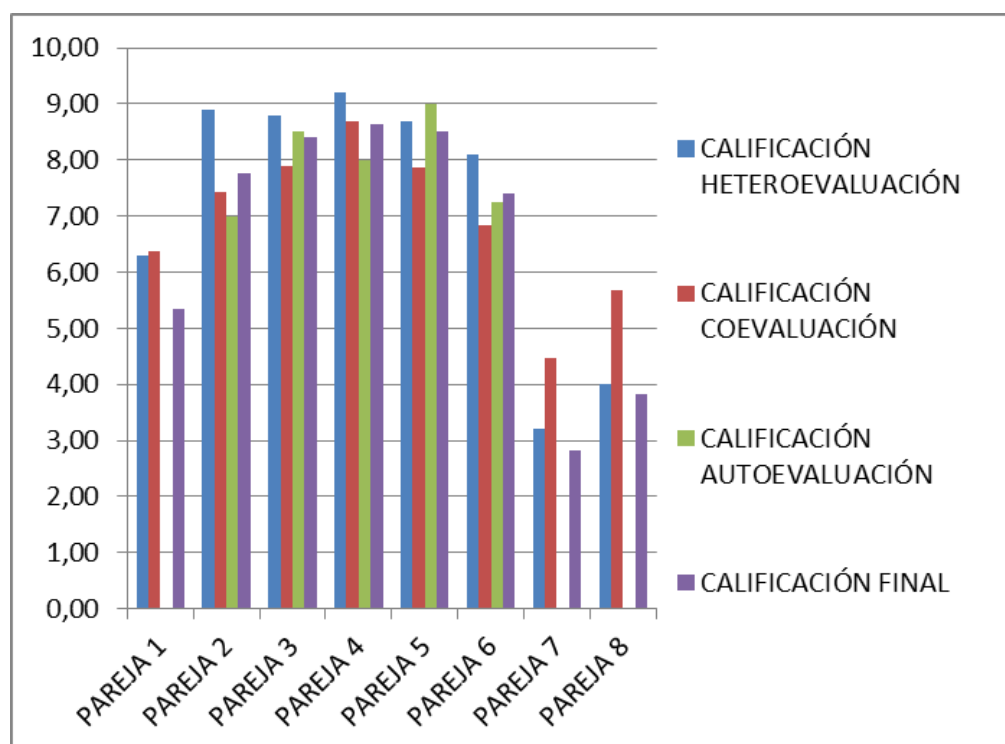
RÚBRICA DE HETEROEVAL.	NIVEL DESTACADO 10-7	NIVEL NORMAL 7-5	INSUFICIENTE 5-0
CONTENIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Orden en las ideas presentadas: se realiza una introducción, se detallan los objetivos, el desarrollo de la investigación los resultados y las conclusiones.</li> <li>- Las ideas claves se recogen y se enfatizan en su medida</li> <li>- Se evidencia la línea investigadora que expresa el artículo y se amplía la información</li> <li>- Se cita la técnica de Genética Molecular empleada en el artículo y se explica la técnica</li> <li>- El auditorio sigue la explicación, es organizada, aclara los puntos difíciles y despierta el interés</li> <li>- Incluye las referencias bibliográficas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La exposición presenta coherencia</li> <li>- Se sintetizan las ideas principales</li> <li>- Se evidencia la línea investigadora que expresa el artículo</li> <li>- Se cita la técnica de Genética Molecular empleada</li> <li>- El auditorio sigue la explicación pero faltan ampliaciones en los puntos complejos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El discurso oral es incoherente</li> <li>- El alumno se limita a transmitir partes del artículo sin sintetizar las ideas ni expresar las ideas claves</li> <li>- No se evidencia la línea investigadora que expresa el artículo</li> <li>- No se cita la técnica de Genética Molecular empleada en el artículo</li> <li>- El auditorio no sigue la explicación</li> </ul>
ESTRUCTURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los bloques y las secuencias de grabación aportan coherencia a la exposición y facilitan la comprensión</li> <li>- Los tiempos de exposición están compensados y otorgan fluidez y dinamismo a la exposición</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los bloques y las secuencias de grabación están bien organizados</li> <li>- Los tiempos de exposición están compensados</li> <li>- Se ajustan en la grabación al tiempo límite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los bloques y secuencias de grabación son caóticos</li> <li>- Los tiempos de exposición están descompensados</li> <li>- No exponen ambos miembros de la pareja</li> <li>- La grabación es demasiado breve o sobrepasa el tiempo límite de grabación</li> </ul>
RECURSOS DE EXPRESIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizan el tono, el timbre de voz y la entonación para enriquecer la expresión del discurso</li> <li>- Mantienen el contacto visual con la cámara y gestualizan para apoyar la exposición</li> <li>- No leen los contenidos y se expresan con sus palabras</li> <li>- Dan entonación al discurso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejan el tono y el timbre de voz</li> <li>- Mantienen el contacto visual con la cámara temporalmente y leen parcialmente contenidos</li> <li>- Dan entonación al discurso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No controlan el tono y el timbre de voz</li> <li>- No mantienen el contacto visual con la cámara</li> <li>- No dan entonación al discurso</li> </ul>
PRODUCCIÓN DEL VIDEO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Editan el video e incluyen imágenes, audio y transiciones que apoyan el discurso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuidan la grabación prestando atención al escenario y el ruido de fondo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No cuidan los aspectos relacionados con la grabación y el ruido de fondo.</li> </ul>
ACTITUD	- Buena y además se esfuerzan en el trabajo	- Adecuada	- Inadecuada

A continuación se presentan un gráfico que muestra los resultados de la heteroevaluación (Ver Anexo 1, página 30):



A los alumnos que no hayan puesto nota de autoevaluación se les restará un punto de la calificación global, dado que no han realizado una parte del ejercicio, la nota de evaluación será la media de las dos calificaciones indicadas por cada uno de los miembros de la pareja. La nota de coevaluación será la media de las calificaciones de sus compañeros.

El gráfico siguiente muestra las calificaciones finales:



(Ver Anexo 1, páginas 30 y 31)

#### **Análisis de los resultados:**

- No realizan mayor énfasis en los puntos clave pero si los citan al principio de la exposición o los recopilan en las conclusiones finales.
- Respecto al reparto de los turnos de exposición, ha sido descompensado en algunos casos o se han repartido secuencias de tiempos demasiado breves.
- La mayoría de los alumnos no se han limitado a plasmar la información del artículo sino que han profundizado y realizado aclaraciones.
- El espacio escogido por los alumnos para la grabación ha sido cuidado por casi todas las parejas.
- Sólo una pareja acompaña su exposición con imágenes y audio, tres parejas acompañan con imágenes.
- Los alumnos que leen su exposición, se expresan a mayor velocidad con peor entonación y vocalización, tiempo de vídeo más cortos y menor calidad de exposición.
- Ninguno de los alumnos gesticula para reforzar su discurso con la expresión corporal.
- Ninguna de las parejas refleja al final sus fuentes de información.



## CONCLUSIONES FINALES

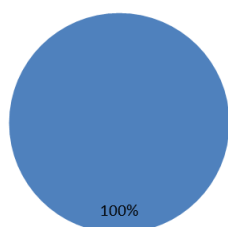
### ❖ ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO DE OPINIÓN Y CONCLUSIONES SOBRE EL PLANTEAMIENTO DIDÁCTICO

Al final de la última sesión se dio a los alumnos un cuestionario de opinión (Ver Anexo 1, algunos resultados de los alumnos a los cuestionarios de opinión, página 32) que reflejó los siguientes resultados respecto a los distintos ítems que se les indicaban, conocer la opinión del alumno respecto a la docencia proporciona *feed-back* al profesor por parte del alumno (Morales, 2010):

#### • CUESTIONES SOBRE LA ACTITUD DEL PROFESOR

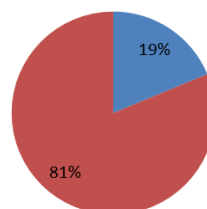
##### DOMINIO DE LA MATERIA

■ Muy Bien ■ Bien ■ Regular ■ Mal ■ NS/NC



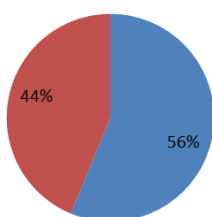
##### CLARIDAD Y ORDEN EN LOS CONTENIDOS

■ Muy Bien ■ Bien ■ Regular ■ Mal ■ NS/NC



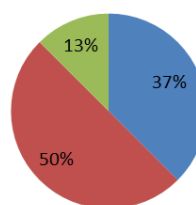
##### HINCAPIÉ EN LAS IDEAS MÁS IMPORTANTES

■ Muy Bien ■ Bien ■ Regular ■ Mal ■ NS/NC



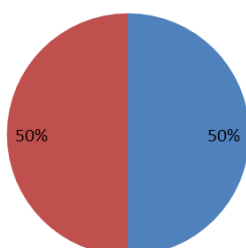
##### PROMUEVE LA PARTICIPACIÓN DEL ALUMNO

■ Muy Bien ■ Bien ■ Regular ■ Mal ■ NS/NC



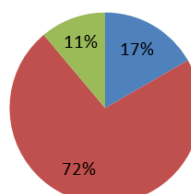
##### RESUELVE DUDAS

■ Muy Bien ■ Bien ■ Regular ■ Mal ■ NS/NC



##### RELACIONA CON OTROS TEMAS DE LA ASIGNATURA/APLICACIONES

■ Muy Bien ■ Bien ■ Regular ■ Mal ■ NS/NC

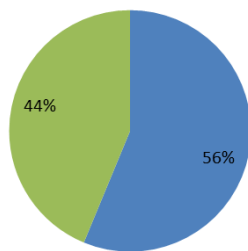


En vistas de los resultados obtenidos debería prestar más atención por fomentar la participación del alumnado y relacionar los contenidos de la asignatura con otros temas y aplicaciones.

- **OTRAS CUESTIONES DE INTERÉS:**

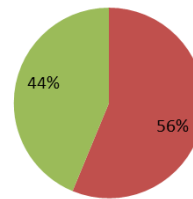
**LA LECCIÓN HA RESULTADO**

■ Amena ■ Aburrida ■ Útil ■ Poco útil ■ Poco interesante



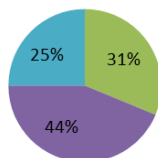
**TIEMPO DE ESTUDIO QUE EL ALUMNO SUPONE TENDRÁ QUE DEDICAR A LA ASIGNATURA**

■ < 1 hora ■ 1-2 horas ■ > 2 horas



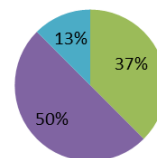
**¿EN QUÉ GRADO LA LABOR DEL PROFESOR AYUDA A LA COMPRENSIÓN DEL TEMA?**

■ 1 Mínimo ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 Máximo



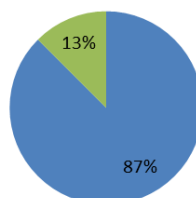
**¿EN QUÉ GRADO LA LABOR DEL PROFESOR FOMENTA EL ÍTERES SOBRE EL TEMA?**

■ 1 Mínimo ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 Máximo



**¿AL ALUMNO LE GUSTARÍA QUE IMPARTIERA MÁS CLASES?**

■ SI ■ NO ■ NC/NS



Al final del cuestionario de opinión se realizaron dos preguntas abiertas, donde se les pedía a los alumnos que mostraran un aspecto que les hubiera gustado de las clases impartidas y otro que consideraran que era necesario mejorar, parece ser que los video-

proyectos resultaron muy atractivos para el alumno, y respecto a un aspecto a mejorar prácticamente hay unanimidad en que debo abordar los temas explicando más pausadamente.

Las dos primeras sesiones fueron más teóricas, pues contenían muchos conceptos nuevos para ellos y que podían resultar más difíciles, desembocó el temor de no poder alcanzar el volumen total de objetivos que me había propuesto, las desarrollé demasiado rápido sin propiciar la participación del alumno, especialmente en la primera sesión, ya que para la segunda sesión incluí actividades que favorecieran la intervención y la participación del alumno y que ayudaron a que los alumnos a manifestar sus dudas favorecido por un clima más distendido. Es preciso tratar los contenidos importantes de una forma pausada haciendo uso de muchos ejemplos y fomentando la participación del alumnado, repitiendo incluso de diferentes maneras el mismo concepto, por lo tanto si es preciso se debe sacrificar llegar a abordar la totalidad del contenido para poder realizar mayor énfasis en los objetivos primordiales.

Los video-proyectos proporcionan a los alumnos *feed-back*, es decir pueden revisar y profundizar en los contenidos, beneficiándose en el futuro de esta experiencia, profundizan y buscan los conceptos complicados para poder explicarlos a sus compañeros, además de ser una actividad innovadora para muchos de los alumnos, lo que fomenta su atracción hacia la actividad y su esfuerzo al trabajarla.

La coevaluación beneficia a los alumnos que suelen obtener peores notas, mientras que a los de mejores notas les causa el efecto contrario. La autoevaluación en la mayoría de los casos refleja que los alumnos infravaloran su propio trabajo, aunque se les dieron múltiples oportunidades, tres de las ocho parejas, en este caso las tres que realizaron peor la actividad, no presentaron nota de autoevaluación; aunque se les dio la oportunidad de presentarla a posteriori no la realizaron.

## ❖ CONCLUSIONES SOBRE MI INCURSIÓN EN LA DOCENCIA

Como se nos ha indicado en las clases del Máster, pudiendo constatarlo con las prácticas, el conocimiento didáctico del contenido viene condicionado por el conocimiento didáctico y los procesos de enseñanza aprendizaje, el conocimiento del contenido y el currículo, y el conocimiento de la importancia del contexto, vinculado al centro y al entorno de este. En mi opinión la influencia clave son los objetivos educativos que te plantees y tus modelo didáctico, los cuales constituirán tu modelo docente junto con una metodología lo suficientemente variada para adaptarte a las necesidades de tus alumnos, así como realizar una evaluación formativa en la que se realice un seguimiento del alumno aparte de una calificación final (Morales, 2010). El profesor hará uso de las herramientas a su juicio necesarias para su grupo en función de cada uno de los objetivos que pretenda alcanzar, siendo recomendable utilizar diversas metodologías para atender a la heterogeneidad de estilos de aprendizaje presentes en un aula y las distintas capacidades y aptitudes de los alumnos (García y García, 2009). Poder abordar clases a alumnado de todos los niveles educativos me han dado la posibilidad de constatar la importancia de la madurez en los grupos, así como el cambio de rol y la adaptación que debe realizar el profesor en función del grupo al que se enfrente.

En los cursos inferiores es imprescindible reforzar en los alumnos los hábitos de trabajo, la actitud y el comportamiento, aspectos tan importantes o más que el contenido teórico, no podremos fomentar el aprendizaje en nuestros alumnos sino toman una actitud responsable ante la tarea, ello repercute en que lleguemos a lograr que su aprendizaje sea significativo (Pozo y Gómez, 2006).

Aspectos como la atención a la diversidad cobran especial importancia en primer Ciclo y tercero de la E.S.O. por la obligatoriedad de la asignatura de Ciencias Naturales y Biología y Geología respectivamente, en las aulas tenemos alumnos de capacidades muy heterogéneas y con actitudes muy dispares, incluso objetores a la asignatura, lo que obliga a que se deba presentar dicha asignatura de una forma mucho más atractiva hacia el alumno para captar su interés y trabajar de tal manera que los contenidos presentados se adapten a las peculiaridades que puedan presentarse en el grupo, además los desdobles de los alumnos con dificultades condicionan los agrupamientos en las clases a principio de curso y determina en cierto modo el nivel del grupo. Siendo los objetivos mínimos a abordar comunes para todos los cursos, el planteamiento de la propuesta didáctica, el desarrollo metodológico de la misma y el sistema de evaluación de las competencias de los alumnos debería ajustarse particularmente a la heterogeneidad y las características del grupo, la duración del curso escolar dificulta la posibilidad de conocer a tu grupo para poder reforzar sus puntos débiles y potenciar sus valores positivos, aunque en una única sesión que he podido impartir en los primeros cursos pude observar que se obtiene bastante información del tipo de grupo al que te enfrentas y pienso que no resultaría un sobreesfuerzo ajustar a sus peculiaridades mi estilo de docencia, una buena relación profesor-alumno, dejar espacio para la participación y observar el trabajo autónomo o en grupo de cada uno de ellos, nos ofrece buenos indicadores para ajustar nuestra metodología de trabajo con el grupo. Tras el periodo de Practicum también he comprobado que mi formación de origen, Licenciatura en Bioquímica procediendo de un primer ciclo en Química, es muy interesante para abordar los contenidos en la asignatura de Ciencias Naturales pues tengo conocimientos base de todas las disciplinas que lo integran, Física y Química por el primer ciclo, Biología por la especialidad y Geología gracias a la optativa que escogí en el Máster, para un docente inexperto la preparación de las clases en primera instancia no es fácil pues la labor de transposición didáctica requiere tiempo y dedicación (mucho más del que hubiera imaginado) y tener conceptos base resulta una ventaja crucial.

La posibilidad de elegir materias que se ofrece en el ámbito de las Ciencias Naturales a partir de cuarto de E.S.O. hace que la caracterización del grupo varíe totalmente, hay una predisposición positiva hacia la materia, ya que cursarla es de su libre elección y además en general son alumnos cuyas aptitudes favorecen la comprensión de la asignatura, no suelen tenerla pendiente de años anteriores. Los grupos, al menos en mi Centro, tienen un máximo de dieciséis alumnos, lo que facilita un seguimiento más personalizado y permite abordar actividades que requieren mayor atención del profesor (Sanmartí, 2000), por ejemplo se puede dar espacio para que el alumno dirija su propio aprendizaje en sus ámbitos de interés, pudiendo el profesor supervisar y orientar el trabajo individualmente, seguimiento que sería imposible realizar en un aula con una ratio elevada.

En la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo de primero de Bachillerato nos volvemos a topar con la obligatoriedad de la asignatura, además el grupo al que yo impartía era de la opción de Bachillerato Tecnológico, por lo tanto el interés hacia la asignatura debía ser fomentado notablemente, con actividades que

podieran captar su atención, conectar con su entorno más cercano o mostrar una aplicación directa de los conocimientos a su vida diaria, el grupo inicialmente toma una actitud pasiva por la falta de interés por la asignatura en general, fomentar la participación y el trabajo con temas amenos, de actualidad, que puedan aportarles una fundamentación científica para participar en debates sociales controvertidos y tener una opinión crítica ante el volumen de información al que se enfrentan diariamente. El comportamiento y la actitud positivos en niveles como Bachillerato serían aspectos que deberían de estar superados, aunque denoté en algunos casos que todavía falta madurez en esa etapa en los alumnos, siendo una etapa educativa de carácter optativo en la que los alumnos que se hayan matriculado deberían mostrar mayor predisposición al trabajo y el aprendizaje en cualquier área.

Me gustaría señalar la dificultad que he encontrado para adecuarme en el proceso de trasposición didáctica al nivel correspondiente. El nivel de contenido abordado se tiene que decidir a partir de los contenidos señalados por el Currículo Aragonés y el tratamiento de estos en el libro de texto de los alumnos, referencia fundamental para los alumnos en el estudio; en la mayoría de los casos, la concordancia entre ambos no es a mi juicio la más adecuada, ante cada tema el profesor debe realizar una revisión profunda de los contenidos que abordaron los alumnos el curso previo y los que abordarían en años posteriores y considerar los conocimientos de otros ámbitos (como por ejemplo el nivel de matemáticas, dado que la asignatura de Ciencias Naturales es en muchos aspectos interdisciplinar) lo que requiere un trabajo de colaboración entre departamentos. Es de mucha ayuda indagar sobre los conocimientos previos de nuestro alumnado para conocer el nivel del que partimos, los errores que pueden arrastrar, y las dificultades que manifiestan en todas las áreas para ajustar en base a esto el desarrollo de nuestra propuesta didáctica.

Al centrar mi trabajo en las clases de cuarto de E.S.O. no he recogido en este trabajo las experiencias que he podido adquirir del trabajo en el aula con grupos de necesidades educativas especiales., como los programas de aprendizaje básico, los grupos de diversificación o las unidades de intervención educativa específicas. En el ámbito de las Ciencias Naturales los contenidos, en muchos casos, se abordan en forma de proyectos, fundamentando el aprendizaje en la observación, la manipulación, la experimentación y la obtención de conclusiones a partir de esto; dado que los grupos son poco numerosos y los ritmos de aprendizaje son más lentos se abordan problemas de la vida cotidiana siguiendo el método científico, una forma de aprendizaje por indagación que he constatado resulta muy enriquecedora tanto para el profesor como para el alumno, el seguimiento personalizado de los alumnos permite cubrir sus necesidades y prestar atención a sus dificultades, además este tipo de metodología resulta motivadora para el alumno, ya que es responsable y protagonista de su aprendizaje, su actitud y su capacidad de observar y trabajar, así como su esfuerzo ante la materia, se antepone a su capacidad para memorizar o retener contenidos, valorándose un aprendizaje significativo en el alumno que le permita desenvolverse en sociedad y aplicar los conocimientos que posee, esta forma de trabajo sería interesante intentar llevarla a cabo con algunos temas en los grupos ordinarios dado que fomenta la competencia de aprender a aprender y la autonomía del alumno de una forma atractiva, que puede fomentar en los alumnos mayor interés sobre los contenidos de la asignatura pues conectan con su entorno cercano, pueden aplicar en su vida cotidiana la metodología científica y aprenden de forma amena, incluso en ocasiones sin ser conscientes de ello, consolidando así una escuela inclusiva que atiende a todos en un mismo espacio (Giné y Giné, 2001);(Parrilla, 2007).

A título personal mi experiencia en el Practicum ha resultado muy enriquecedora, contribuyendo todo el profesorado del Departamento y de mi ámbito en la programación de mi actividad durante la estancia en el centro, por tanto he podido nutrirme de la experiencia de varios profesores y observar diferentes metodologías y modos de actuación con los alumnos. Del trabajo con los alumnos me ha sorprendido que diariamente mientras les enseñaba aprendía algo nuevo, aparecían preguntas que mostraban sus inquietudes y que quizás ni yo misma me había planteado, aprendía de su forma, en ocasiones simplificada y en ocasiones demasiado compleja, de ver las cosas, y las ganas de aprender que muchos de ellos transmitían o el ver como se iban superando las dificultades e interesando por el conocimiento, me motivaban a esforzarme en desempeñar mi labor lo mejor posible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Ausubel, D. P. (1968). "Educational Psychology: A cognition view". Helt, Rinehart and Wiston, Nueva York.
- Ausubel, D. P. (2009). *Adquisición y recepción del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Madrid: Paidós.
- Ausubel, D. P., Novak J. D., Hanesian H., (2009). *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trilla.
- Autores varios (1988). "Piaget en el aula". *Cuadernos de Pedagogía*, 63, pp. 1-5.
- Banet, E. y Ayuso, E. (1995). "Introducción a la genética en la Enseñanza Secundaria y Bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos". *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), pp. 137-153.
- Barry, S. (2012). *A video recording and viewing protocol for student group presentations: Assisting self- assessment through a Wiki environment*. *Computers & Education*, 59, pp. 855-860.
- Caballero, M. (2008). "Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética". *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), pp. 227-244.
- Campuzano, A. (1992). *Tecnologías audiovisuales y educación*. Madrid: Akal.
- Castéra, J., C. Bruguière, et al. (2008). "Genetic diseases and genetic determinism models in French secondary school biology textbooks". *Journal of Biological Education*, 42 (2), pp. 53-59.
- Fernández, J., Fonfría J., García, M. S., Jiménez, C., Torralba, B. (1994). *Conceptos, actitudes y destrezas en los estudiantes de biología de enseñanza media y universitaria*, pp. 66.
- Gadea, I., Vilches, A. y Gil, D. (2009). "Posibles usos de la prensa en la educación científica y tecnológica". *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 23, pp. 153-169.

- García-Bellido, R., Jornet Meliá, J. M. y González-Such, J. (2012). "Evaluar la competencia aprender a aprender: Una propuesta metodológica". *Revista de currículum y formación para el profesorado*, 16 (1), pp. 12.
- García, C. y García, S. (2009). "La Atención a la Diversidad y la Escuela Inclusiva: el Trabajo con el Profesorado". *Atención a la Diversidad: un Reto para la Convergencia Europea*. Cuenca: Univ. Castilla la Mancha, pp. 25-41.
- Giné i Giné, C. (2001). "Inclusión y sistema educativo". *III Congreso "La Atención a la Diversidad en el Sistema Educativo"*. Universidad de Salamanca. Instituto Universitario de Integración en la Comunidad (INICO)
- Glynn, S. M. y Muth, K. D. (1994). "Reading and writing to learn science: Achieving scientific literacy." *Journal of Research in Science Teaching*, 31, pp. 1057-1073.
- Goodwin, P. M. (1990). "The evolution of the language of molecular genetics". *Biochemical Education*, 18(3), pp. 133-135.
- Izquierdo Aymerich, M (1994). "La V de Gowin, un instrumento para aprender a aprender (y a pensar)". *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 2, pp. 7-9
- Kjeldsen, J. (2006). "The rethoric of powerpoint". *International journal of media, technology and lifelong learning*, 2, pp. 1-17.
- Kyker, Ke. & Curchy, C. (1995). *Video Projects for Elementary and Middle Schools*. Libraries Unlimited Inc.: Troy, Missouri, U.S.A.
- López Fenoy, V. (2007). *Cuerpo de Profesores de Enseñanza Secundaria: Biología y Geología. Programación Didáctica*. Sevilla: Mad, S.L.
- Lawson, A. E., S. Alkhoury, et al. (2000). "What kinds of scientific concepts exist? Concept construction and intellectual development in college biology." *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), pp. 996-1018.
- Lewis, J., J. Leach, et al. (2000). "All in the genes? - young people's understanding of the nature of genes". *Journal of Biological Education*, 34(2), pp. 74-79.
- Lewis, J. and C. Wood-Robinson (2000). "Genes, chromosomes, cell division and inheritance - do students see any relationship?". *International Journal of Science Education*, 22(2), pp. 177-195.
- Limón, M. y Carretero, M. (1996), "Las ideas previas de los alumnos: ¿qué aporta este enfoque a la enseñanza de las Ciencias?". En Carretero, M., *Construir y enseñar: las Ciencias Experimentales*. Buenos Aires: Aique, pp. 19-45.
- Marbach-Ad, G. and R. Stavy (2000). "Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena." *Journal of Biological Education*, 34(4), pp. 200-205.
- Martín, T. Y., García, J. J., y Ramirez, R.V. (2001). *Aplicaciones de la Teoría de la Conversación a Entornos Telemáticos*. Madrid: Programa Nacional TIC

- Martínez, M. V., Gil, M. J. y Osada, J. (2003). "Genetic Engineering. A Matter that Requires Further Refinement in Spanish Secondary School Textbooks". *International Journal Science Education*, 25(9), pp. 1147-1168.
- Martínez, M. V., Gil, M. J., y Osada, J. (2006). "Analysis of molecular genetics content in Spanish secondary school textbooks". *Journal of Biological Education*, 40 (2), pp. 53-60.
- Morales, P. (2010). "La evaluación formativa". En Morales, P. (2010). *Ser profesor: una mirada al alumno*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, pp. 33-90.
- Moreira, M. A. (2003).- "Lenguaje y aprendizaje significativo". Conferencia de cierre del *IV Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo*, Maragogi, al, Brasil, 8 a 12 de septiembre de 2003. Versión revisada y ampliada de la participación del autor en la mesa redonda sobre *Lenguaje y Cognición en el aula de Ciencias*, realizada durante el II Encuentro Internacional Lenguaje, Cultura y Cognición, Belo Horizonte, MG, Brasil, 16 a 18 de julio de 2003. Traducción M<sup>a</sup> Luz Rodríguez Palmero.
- Morell, T. (2009). *¿Cómo podemos fomentar la participación en nuestras clases universitarias?*. Alcoy (Alicante): Marfil.
- Ovejero, A. (1990). *El aprendizaje cooperativo. Una alternativa eficaz a la enseñanza tradicional*. Barcelona: PPU.
- Palacios, J., (2004). "La disponibilidad para aprender: El currículum en espiral". En Palacios, J., *Selección de textos de Bruner, J.S., Desarrollo cognitivo y educación*, pp. 157-159. Madrid: Morata.
- Parrilla, A. (2007). "Inclusive Education in Spain: a view from inside". En Barton, L. y Armstrong, F. (2007). *Policy, Experience and Change: Cross Cultural Reflections on Inclusive Education*. Dordrecht: Springer Ed., pp 19-36.
- Pearson, J. T. and W. J. Hughes (1988). "Problems with the use of terminology in genetics education: 2, Some examples from published materials and suggestions for rectifying the problem." *Journal of Biological Education*, 22(4), pp. 267-274.
- Peper, R. J. y Mayer, R. E. (1986). *Generative Effects of Note-Taking During Science Lectures*. *Journal of Educational Psychology*, 78 (1), pp 34-38.
- Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (2006) [1998]. *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata, S.L.
- Parkinson, J & Adendorff (2004). "The use of popular science articles in teaching scientific literacy". *English for Specific Purposes*, 23, pp. 379.
- Pujolàs, P. (2003). "El aprendizaje cooperativo: algunas ideas prácticas", pp. 1-20.
- Rosario, V. M. (2012). "Casos de Investigación e Innovación: Procesos Para La Transformación De Las Prácticas e Instituciones Educativas". En Fernandez, M. P. (2012). *Ambientes de aprendizaje su influencia en el desarrollo de habilidades de pensamiento en alumnos universitarios*. Palibrio: Bloomington, pp. 29-33.



- Sanmartí, N. (2000). "El diseño de unidades didácticas". En: Canal, P.; Perales, J. (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil. 239- 266.
- Tallada, M, (2010). "Aprender ciencias leyendo noticias de ciencias para la escuela del siglo XXI". *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Baeza, (Jaén).
- Tapia, A. J. (2005). *Motivar en la escuela, motivar en la familia: claves para el aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Shaw, K. R. M., K. V. Horne, et al. (2008). "Innovations in teaching and learning genetics". *Genetics*, 178, pp. 1157-1168.
- Walker, J. y Chaplin, S. (1998) "Visual culture: an introduction". E.U.A: Manchester University Press.
- Wood-Robinson, C., J. Lewis, et al. (2000). "Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism." *Journal of Biological Education*, 35(1), pp. 29-36.

También se ha atendido a algunos apartados del Currículo Aragonés para E.S.O.:

- REAL DECRETO 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. BOE 5/01/07.
- ORDEN de 9 de mayo de 2007, del Departamento de Educación, Cultura y Deporte, por la que se aprueba el currículo de la Educación secundaria obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. BOA 1/06/07.

*"La educación es el desarrollo en el hombre de toda la perfección de que la naturaleza es capaz"*

*Immanuel Kant*



