

**UNIVERSITAT
JAUME·I**

**Proyecto TIC-TAC, aprendiendo a
*hacer ciencia***

Trabajo Final de Máster

Cristina Membrado Corma

Tutorizado por

José Antonio Badenes March

Máster Universitario en Profesor/a de Educación Secundaria
Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y
Enseñanzas de Idiomas

Especialidad de Ciencias Naturales

Castelló de la Plana, julio de 2016

Resumen

El presente Trabajo Final de Máster (TFM) está basado en la realización de un proyecto de mejora educativa haciendo uso de la metodología investigación-acción en el ámbito científico y el ambiente en el aula en la materia de Cultura Científica en el curso de 1º de bachillerato.

El proyecto se ha desarrollado durante el periodo de prácticas del Máster en Profesorado de Educación Secundaria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas impartido en la Univeristat Jaume I (Castellón) en el centro IES Honori Garcia de la Vall d'Uixó (Castellón).

Éste consiste en desarrollar una nueva perspectiva científica en el alumnado junto un proceso de socialización en el aula mediante la estimulación de las relaciones activas, debido a que se observó que el alumnado carecía de cultura científica y la comunicación en el aula era forzada y escasa. Se ha comprobado si el Aprendizaje Basado en Proyectos Colaborativos (ABPC) y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), conocido como proyecto TIC-TAC, pueden ser una solución a dichos problemas mediante el diseño de un plan de acción que incluye un tema de actualidad, presente en el currículum e interesante para el alumnado.

Con dicho objetivo se ha elaborado un proyecto que implementa prácticas educativas innovadoras que incluyen al alumno en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje (E-A). A partir de un caso práctico trabajado desde diferentes perspectivas, en cada uno de los grupos colaborativos, permite realizar trabajos interrelacionados que se complementan entre sí. De esta forma, se espera compartir información y conocimientos con la finalidad de ofrecer una solución consensuada entre todo el grupo clase al caso práctico inicial. Para su realización se ha establecido un núcleo de trabajo en grupo, consta de cuatro tareas diferentes que permiten elaborar el trabajo de forma progresiva junto al *feedback* ofrecido por el docente con la evaluación formativa. No obstante, el alumnado también participa en el proceso de evaluación, evaluando su propia práctica y la de sus compañeros con una evaluación entre iguales. Por otra parte, también se han incluido actividades individuales que se centran en el aprendizaje autónomo y reflexivo y, finalmente, una evaluación final de los conocimientos.

Mediante la observación y evaluación de forma triangulada del impacto de la práctica implementada, en relación con los objetivos de partida, se puede concluir que la metodología de trabajo propuesta ha podido desarrollarse de forma adecuada y que los objetivos se han alcanzado de forma excelente. Se ha conseguido mejorar el ambiente en clase, aumentando la bidireccionalidad entre el docente y el alumnado, y fomentando las interacciones entre estos últimos. Asimismo, se ha logrado construir unas bases sólidas de conocimientos científicos en el alumnado características de la presencia de cultura científica que se han podido observar a partir de calidad de sus argumentaciones y opiniones, interés, participación y actitud activa de trabajo, tanto dentro como fuera del aula.

Índice

1. Introducción.....	1
2. Contextualización de la experiencia.....	4
2.1 Centro.....	4
2.2 Alumnado.....	4
2.3 Materia.....	4
3. Descripción del área de mejora	5
3.1 Definición del área de mejora	5
3.2 Identificación y diagnóstico de las problemáticas	6
4. Objetivos del proyecto	9
5. Plan de acción.....	9
5.1 Hipótesis de acción.....	9
5.2 Organización del plan de acción y actividades propuestas	11
5.3 Evaluación del proyecto.....	14
5.4 Evaluación de las actividades diseñadas	20
6. Acción y observación del plan de acción	21
6.1 Temporalización.....	22
6.2 Actividades	22
6.3 Resultados.....	35
7. Reflexión	43
8. Propuestas de mejora.....	47
9. Conclusiones y valoración personal.....	48
10. Bibliografía y webgrafía.....	50
11. Anexos	52

1. Introducción

Frecuentemente en las aulas encontramos el resultado de la educación tradicional, donde el docente es el centro del proceso de Enseñanza- Aprendizaje (E-A) y el alumno un mero receptor de la información que éste le proporciona. Asimismo, estos últimos son premiados por mostrar una gran capacidad de conocer *al pie de la letra* la información extraída de la clase expositiva. La consecuencia más directa de esta escena educativa, en la mayoría de los casos, es la presencia de un grupo de jóvenes con actitud pasiva debido a la falta de motivación y una rutina por parte del docente.

De este modo, frente a esta evidencia surgen preguntas, o debería, acerca de qué está pasando o dónde está el problema. Lo que pasa es el tiempo, la sociedad avanza y, actualmente, nos encontramos en su punto más álgido, vivimos en la era tecnológica 3.0 y en las aulas tenemos a la Generación Z ¹. Pero, ¿educamos para la sociedad en la que nos encontramos? La respuesta, aunque sea obvia, es: no siempre. Ha habido un cambio de tendencias y de intereses, el alumno nativo de internet está dejando desfasada la actual forma de educar, y en las aulas se puede observar, ya que todas las materias se encuentran afectadas, pero tal vez algunas de ellas más que otras.

Estudios recientes muestran que el número de jóvenes europeos que estudian ciencias ha disminuido, como consecuencia encontramos una mayor dificultad para alcanzar la economía del conocimiento y, así una correcta alfabetización científica en la sociedad (COSCE, 2011). La formación ciudadana en el ámbito científico es una prioridad y un factor esencial para el desarrollo de las personas, sin embargo, es difícil alcanzar este objetivo si los actuales jóvenes no encuentran interesantes la ciencia. Mediante las materias del ámbito científico obligatorias y, también, las optativas como Cultura Científica, se intenta trabajar el vacío científico que existe en la actual formación y educación, y permitir el descubrimiento de la ciencia de una forma más completa; fomentando un mayor interés y guiando a los alumnos hacia futuros estudios académicos en dicho campo.

Aunque la iniciativa es buena, ¿cuál es la realidad en las aulas?, ¿se consiguen los resultados esperados con estas materias?, ¿están los docentes preparados para trabajar la ciencia de forma divulgativa e interesante? La realidad, de la mano de experiencias documentadas y evidencias en el aula, muestra que no se está consiguiendo el producto teórico, el alumnado no se encuentra a la vanguardia del conocimiento científico. Lo único que conoce del mismo son *pequeñas dosis* teorizadas que dan lugar a una generalización sobre la ciencia y, así, a una reducida curiosidad por conocer más sobre ella (Lozano, 2012; Robles *et al*, 2015). Y aunque el interés y el factor intrínseco del alumnado son importantes, existen otros factores que también condicionan el correcto funcionamiento y la formación de jóvenes con cultura científica. El proceso de E-A depende tanto del docente como del alumno, por lo que la ausencia de docentes con prácticas educativas capaces de trasladar la realidad de la ciencia a el aula también tiene gran influencia en la actitud que muestra el alumno frente a este ámbito (Split *et al*, 2011). Quizás esto puede estar relacionado a su vez con una baja reflexión de la práctica docente o a la falta de bidireccionalidad con el alumnado.

¹ Definición de Generación Z, recuperado el 17 de junio de 2016 de [Generación Z: los niños que revolucionarán el sistema educativo](#)

Por otra parte, e íntimamente relacionado con este punto, la ciencia es sinónimo de socialización, de intercambio de información y comunicación, este aspecto también es un contenido científico. La ciencia es una disciplina que se aprende cuando se experimenta, es decir, se aprende *haciendo ciencia*, reproduciendo la sociedad científica en el aula. En este sentido, la relación entre el alumnado también es importante, debe de estimularse el trabajo colaborativo y el compañerismo. De lo contrario, el trabajo individualizado puede aislar más al alumno y afectar a su interés y proceso de E-A (Enguita *et. al*, 2008).

Así se describe un área de mejora con núcleo central las dificultades en la formación del ámbito científico y la adquisición de la cultura científica. Con la finalidad de controlar los diferentes factores que la condicionan y dar una solución plausible como docentes, en el actual proyecto se describe una propuesta de trabajo alternativa a la educación tradicional basada en el uso de Tecnologías de la Información y el Conocimiento (TIC) y Técnicas de Aprendizaje Colaborativo (TAC), también conocido como proyecto TIC-TAC. Para llevarlo a cabo es necesario hacer uso de la metodología investigación-acción, la cual consiste en la práctica colaborativa por parte del profesorado, a través de ciclos de acción y reflexión consecutivos, con la finalidad de mejorar la práctica educativa. La reproducción de esta metodología en el aula es necesaria cuando se tiene como objetivo mejorar o innovar en educación, podría entenderse como un instrumento de cambio de la realidad en la que nos encontramos. El proceso de investigación-acción está correctamente sistematizado y consiste en las siguientes etapas: identificación del problema o área de mejora, diagnóstico del problema y elaboración de la hipótesis de acción, realización del plan de acción que permitirá la introducción de modificaciones en la práctica educativa, acción y observación de la implementación y, por último, con la información recogida, análisis y reflexión de los resultados con la finalidad de teorizar nuestra práctica en un informe final (Figura 1, Latorre, 2003; Marqués y Ferrández, 2011).



Figura 1. Etapas de la metodología investigación-acción relacionadas con las etapas del proyecto de estudio adaptado de Carr y Kemis (TIC, Tecnologías Información y Comunicación; TAC, Técnicas de Aprendizaje Colaborativo).

La introducción de forma combinada de las TICs y las TACs en el aula puede realizarse mediante el uso del Aprendizaje Basado en Proyectos Colaborativos (ABPC) haciendo uso de entornos virtuales (Klein *et al*, 2009; Robles *et al*, 2015; Herrera *et al*, 2015). Así es posible alejarse de la situación presente en el aula definida por un modelo que asume que los conocimientos científicos son verdades definitivas que los docentes desde su área o dominio disciplinar, con reducida formación pedagógica, tienen que transmitir a sus alumnos (Sanmartí, 1996). Y sustituirla por un plan de acción formador de ciudadanos del siglo XXI con un marco educativo centrado en el alumno y en el ámbito científico, que permita hacer uso de las habilidades de las TICs que muestran y fomenten el intercambio de información con su entorno de forma activa (Gil *et al*, 2005).

Una posible propuesta consistiría en la simulando del trabajo de grupos de investigación con la creación de grupos colaborativos que trabajan una problemática real con la ayuda de las TICs, como el Google Sites, como fuente de información, socialización y guía al mismo tiempo (Coll *et al*, 2006). Es decir, combinar sus habilidades e intereses para lograr un aprendizaje significativo que consiga estar a la vanguardia de la sociedad en la que vivimos y relacione la teoría adquirida, sin dejar de lado el contenido curricular y las competencias, con su realidad. Sin embargo, la realización de un primer ciclo de investigación-acción es solo el inicio, sería necesario realizar nuevos ciclos para mejorar poco a poco la práctica docente, su autoeficacia y la socialización científica. De este modo, el actual proyecto solo incluye un ciclo que finaliza con reflexiones y posibles propuestas de mejora que dan paso a nuevas investigaciones y ciclos a realizar.

En definitiva, la inclusión y participación del alumnado en el proceso E-A, desde su ejecución hasta su evaluación, y el cambio del paradigma del aprendizaje tradicional al colaborativo, es facilitado mediante la utilización de las TICs como entornos de aprendizaje abierto (Hannafin *et al*, 2000). Estas son capaces de interrelacionar los principales elementos del proceso E-A (estudiantes, contenido y docente) y ofrecer mejoras a la aplicación de ABPC. Entre las ventajas más relevantes del uso de las TICs encontramos: ayudan al docente en el diseño de la actividad o proyecto, mejoran la interacción o comunicación entre el docente y el estudiante, facilitan el trabajo individual y, también, la interacción educativa entre estudiantes y, además, conectan de forma eficiente el contenido con el docente y los estudiantes (Badía, 2006).

2. Contextualización de la experiencia

2.1 Centro

El siguiente proyecto está diseñado para ser llevado a cabo en primero de bachillerato del IES Honori Garcia de La Vall d'Uixó con el alumnado que curse la materia optativa de Cultura Científica durante el curso académico 2015-2016. El periodo durante el que se llevó a cabo la experiencia se divide en dos etapas: cuatro semanas de observación (enero 2016) y cuatro semanas de implementación del plan de acción (abril y mayo 2016).

Este centro es público y está caracterizado por concebir un proceso educativo continuado que se interesa en el desarrollo integral del alumno; que le ayuda a crecer y conseguir la maduración armónica tanto en el aspecto físico como en el psíquico y social y, también, en la capacidad de promover su autoformación y adquisición de responsabilidad y autonomía personal. Por otra parte, en relación al aula de trabajo, esta dispone de recursos materiales, espaciales y organizativos suficientes para poder realizar un trabajo con TICs y trabajar de forma colaborativa, gracias a la presencia de ordenadores, WiFi y la versatilidad del mobiliario.

2.2 Alumnado

El grupo de alumnos con el que se trabaja consta de 20 jóvenes de 17 años en su mayoría, no hay presencia de repetidores, absentistas, ni de alumnos con características especiales. Así, no ha sido necesario programar ninguna adaptación curricular en el aula y/o en la implementación del proyecto. No obstante, cabe destacar que existe un alto grado de heterogeneidad entre el alumnado debido a su procedencia de diferentes especialidades formativas: salud, social y tecnología. La naturaleza heterogénea de esta aula, con denominador común la ciencia, enriquece y da sentido al proyecto, ya que muestra la situación real de la comunidad científica.

2.3 Materia

El objetivo principal de la materia de Cultura Científica, es fomentar la formación de ciudadanos del siglo XXI capaces de interpretar el mundo en el que viven gracias a su cultura científica básica. Independientemente del itinerario formativo seleccionado, es muy importante que el alumnado adquiriera conocimientos básicos científicos íntimamente relacionados con el desarrollo de la humanidad y sobre la era 3.0 en la que vivimos. El proyecto inmediatamente descrito está fundamentado de acuerdo con el Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria y de Bachillerato y en el documento específico de la Comunidad Valenciana (DL 87/2015 de 5 junio) en el que se despliega la ordenación general de la educación citada. Más específicamente, en referencia al currículo de la LOMCE de ESO y Bachillerato descrito en este último decreto, en el que se define el currículo de la asignatura de Cultura Científica por la Generalitat Valenciana, se ha seleccionado el contenido relacionado con el Bloque 4, La revolución genética, que trata las aplicaciones de la genética y sus repercusiones sociales y económicas.

3. Descripción del área de mejora

3.1 Definición del área de mejora

El primer paso del proceso de investigación-acción consiste en identificar el área de mejora como se muestra en la Figura 1. Para poder llevar a cabo este propósito es muy importante el proceso de observación y de reflexión acerca de la práctica docente. Para el actual proyecto, se tuvo en cuenta la información extraída de la experiencia del IES Honori Garcia en la materia de Cultura Científica durante el primer periodo de prácticas y, posteriormente, fue corroborada con la obtenida por otras fuentes. De este modo, el conjunto de fuentes utilizadas son los siguientes (Figura 2):



Figura 2. Fuentes de recogida de información para la definición del área de mejora.

Tras analizar y contrastar toda la información y evidencias obtenidas de todas las fuentes, se definió un área de mejora caracterizada por la ausencia de conocimientos científicos básicos en el alumnado relacionado con la ausencia de un ámbito científico en el aula y el fomento del intercambio de información en la misma. Concretamente, podía indicarse que el área de mejora constaba de los siguientes problemas:

1. Ausencia de interés por el ámbito científico por parte del alumnado e incapacidad de los estudiantes de relacionar el conocimiento teórico-científico con sus inquietudes y prácticas diarias.
2. Falta de comunicación y colaboración entre el alumnado en el aula y en el proceso de E-A.
3. Carencia de bidireccionalidad entre el docente y el alumnado, inexistencia de *feedback* informativo.

Las tres problemáticas se incluyen dentro de la misma área de mejora debido a su íntima relación y la posibilidad de ser tratadas en conjunto. La ausencia de un *feedback* entre el docente y el alumnado impide que el docente pueda adaptar la materia al alumnado. Es interesante que el docente conozca qué opinan sus estudiantes acerca de la metodología de trabajo y cuáles son sus expectativas sobre la materia, y viceversa. Por consiguiente, el docente se centra en cumplir los objetivos de la materia, transmitiendo los conocimientos establecidos de forma curricular (DL 87/2015 de 5 junio). No obstante, de esta forma no se fomenta un ámbito de trabajo propicio para desarrollar aptitudes y cultura científica. Además, la ciencia es una disciplina que requiere de interacción y comunicación, se *hace ciencia* compartiendo los conocimientos, situación inexistente en el aula. Por ello, como consecuencia de lo expuesto, hay una adquisición de una perspectiva científica poco útil, práctica y alejada de la realidad.

3.2 Identificación y diagnóstico de las problemáticas

Es necesario realizar un análisis de la situación y encontrar evidencias concretas que ratifiquen la presencia de esta área de mejora y de cada una de sus problemáticas, para investigarlas y poder buscar posibles soluciones. A partir de las fuentes informativas descritas en la Figura 2 se aportaron pruebas suficientes que permitieron identificar y diagnosticar cada uno de los tres problemas que tratará de solucionar el siguiente proyecto de innovación.

1. Problema 1: Interés por el ámbito científico y relación con la vida real

Aunque el docente en prácticas observó el problema por los comentarios y la actitud del alumnado durante la clase de Cultura Científica, el docente-tutor no siempre era consciente de qué ocurría en el aula. Con la finalidad de mostrar las evidencias de forma clara y real, se realizaron dos cuestionarios al alumnado: uno en el aula donde todo el alumnado participaba en conjunto y otro virtual realizado de forma individual.

i. Cuestionario en forma de debate en aula

Constaba de un conjunto de preguntas que permitía conocer las opiniones y conocimientos del alumnado sobre el ámbito científico. El debate se construyó alrededor de las siguientes preguntas: *¿Qué es ciencia?*, *¿Es buena o mala la ciencia?*, *¿Tú haces ciencia o quién la hace?*, *¿Todas sus aplicaciones son beneficiosas?* y *¿Qué sabes sobre los organismos transgénicos?* El orden de las preguntas fue este ya que partían de una idea más general hasta una más específica relacionada con tema del currículum. Además, se eligieron preguntas con respuesta abierta para generar un *brainstorming* que aumentara la posibilidad de recibir un mayor número de respuestas diferentes. Sin embargo, las respuestas obtenidas fueron muy sencillas y carecían de argumentos de peso, indicando un gran vacío de conocimientos en cuanto a cultura científica. Entre las respuestas más frecuentes a estas preguntas encontramos:

- Dependiendo *quién haga la ciencia* puede ser buena o mala.
- La ciencia la realizan los científicos en los laboratorios.
- Los organismos transgénicos pueden ser malos para la salud porque no son naturales y tienen el ADN modificado.
- El arroz dorado es un organismo transgénico que salva vidas en China.

ii. Cuestionario evaluación previa virtual

Este cuestionario, a diferencia del anterior, pretendía evaluar los conocimientos previos que tiene el alumnado sobre un tema que se encuentra en el currículum, Ingeniería Genética, y si muestran interés y curiosidades sobre la mismo. Consistía en un conjunto de diez preguntas tipo test (véase *Anexo 11.1 Evaluación Previa*). Específicamente, se introdujeron preguntas sobre los Organismos Genéticamente Modificados, tema mediático y de actualidad con el que pueden verse interesados y les permite resolver algunas de sus inquietudes. Algunos de los resultados más relevantes de la misma fueron los siguientes (Figura 3):

- El 50% de los alumnos conocía que es un organismo transgénico y, también, si estos se comercializaban en la actualidad en España. No obstante, dentro del

50% restante parte del alumnado desconocía cómo estos se podían producir y la realidad sobre su origen.

- Un 60% de los alumnos conocía que es la bioética y que implicaciones tiene la misma en el ámbito científico. En cambio, el 40% restante no conocía exactamente qué es, viéndola relacionada en la regulación de las prácticas científicas o desconociendo su existencia.

Con estas evidencias, se observó que no hay unos conocimientos consolidados por todo el alumnado en el ámbito científico. Se tuvo en cuenta que todavía no habían tratado este tema antes y que era una muestra preliminar. Se desconocían conceptos científicos de actualidad presentes en la sociedad, que como consecuencia generaban una postura desinteresada en este ámbito. Por otra parte, el docente en prácticas, observó que había un gran potencial por parte de la clase y que fomentar el interés de forma generalizada era posible, simplemente que la metodología tradicional no era la forma más factible.

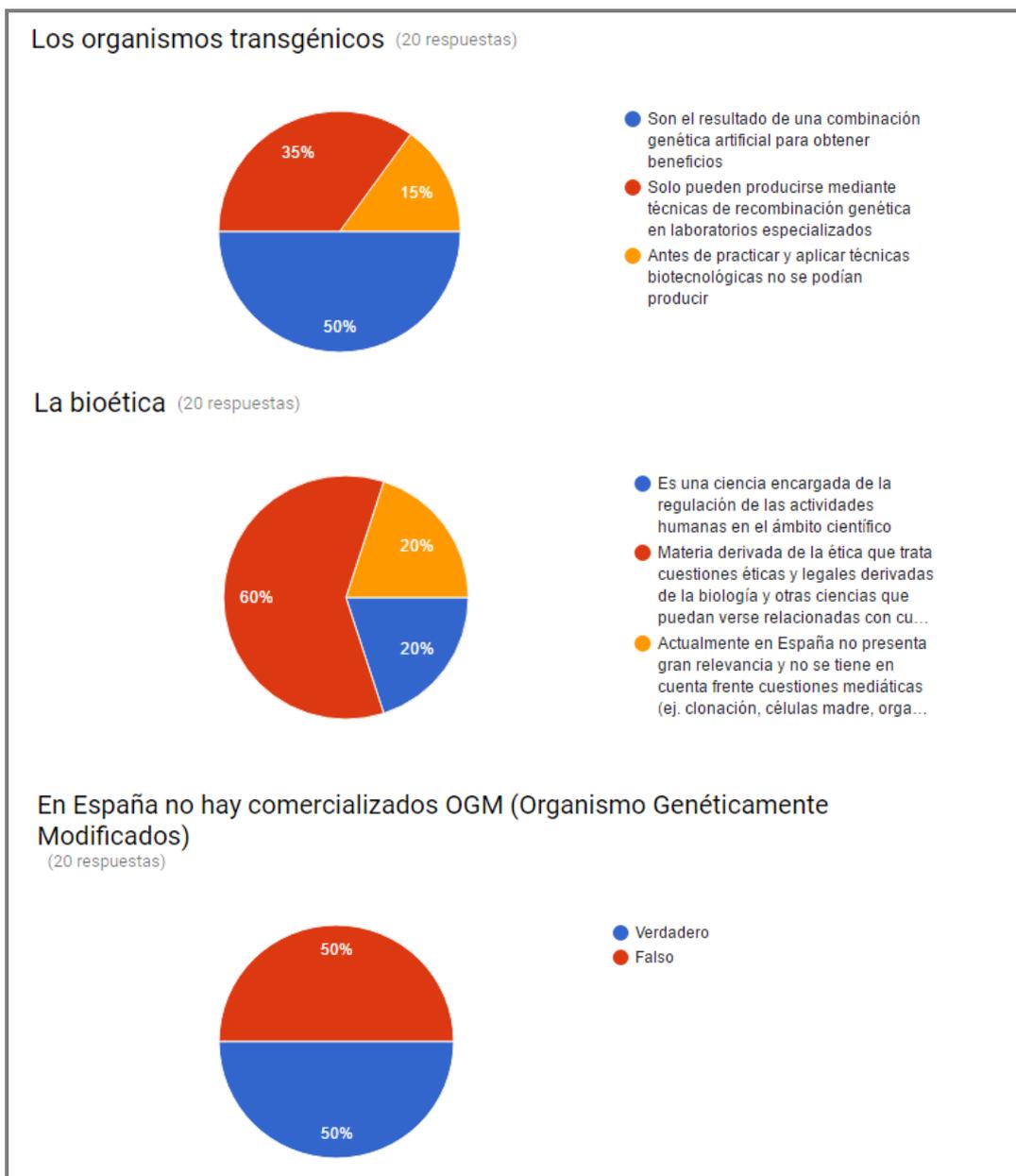


Figura 3. Muestra de resultados de las preguntas de las encuesta previa al alumnado de Cultura Científica.

Esta problemática no era exclusiva de estos niveles y del IES Honori Garcia, existían evidencias en la bibliografía que mostraban análisis y exponían más posibles causas sobre la misma que se encontraban relacionados con el desinterés científico y, también, una reducción en la elección del ámbito científico en la enseñanza superior (COSCE, 2011; Lozano, 2012; Solbes *et. al.*, 2007; Vázquez *et al*, 2008):

- La creencia de que las ciencias son más complicadas y que se requiere una mayor capacidad mental para cursar estas asignaturas y futuros grados universitarios.
- La creencia de que hay poca salida profesional en este campo, al contrario que en otras áreas como el derecho.
- La concepción de que la ciencia sólo la realizan los científicos y el resto de la población es pasiva.
- La creencia de que la ciencia no hace falta en la vida real, no se conecta la ciencia con la vida cotidiana (creen que hay una falta de aplicabilidad).
- La creencia escéptica sobre la ciencia.

2. Problema 2: Interacción alumno-alumno

Durante la realización de las clases, el docente en prácticas observó su funcionamiento, fijándose en la interacción y comunicación entre los estudiantes, y detectó ciertas situaciones que posteriormente se corroboraron al realizar un reducido cuestionario docente-tutor y la documentación en la bibliografía (Enguita *et al*, 2008). Las preguntas que se realizaron al docente-tutor fueron: *¿Se observa un ambiente activo en el aula?*, *¿Se prestan ayuda entre sí los estudiantes?*, *¿Los estudiantes prefieren trabajar de forma individual o en grupo?* y *¿Hay interacción y comunicación entre el alumnado?* Las respuestas a estas preguntas ratificaron las evidencias aportadas por el docente en prácticas y las experiencias documentadas:

- El alumno prefiere el trabajo individual mediante la realización de lecturas, ejercicios y trabajos fuera del aula.
- No se estimula el trabajo en grupo y la colaboración en el grupo-clase. No hay un ambiente de trabajo generalizado en el que fluyan las ideas y se compartan ideas e intereses.
- Los alumnos no ayudan al resto con sus conocimientos, no resuelven sus dudas, quedan en segundo plano cuando algún alumno tiene alguna inquietud. El docente actúa como fuente de conocimiento y núcleo del proceso E-A.
- Fuera del aula sí que interacciona entre ellos.

Además, cabe destacar que el docente-tutor afirmó que desconocía como solucionar este ambiente pasivo en aula.

3. Problema 3: Interacción alumno-docente

Del mismo modo que para el diagnóstico del anterior problema, durante la realización de las clases, el docente en prácticas observó el funcionamiento de la clase y cómo esta se llevaba a cabo. En este caso, detectó un reducido flujo de información entre el docente y los alumnos, no en cuanto al contenido curricular, sino información como opiniones y sugerencias. Para confirmar estas observaciones se reflexionó con el

docente-tutor acerca de su práctica con anotaciones tomadas por el docente en prácticas y experiencias previas documentadas en este ámbito (Bertoglia, 2008; Granados, 2011; Muller, 2001; Coll *et al* 2008). Como resultado de esta práctica reflexiva, se obtuvieron evidencias sobre la falta de bidireccionalidad relacionadas con la falta de conocimiento sobre los estudiantes:

- Las preferencias del alumnado en cuanto a la metodología de trabajo.
- Intereses, inquietudes y necesidades.
- La opinión del alumnado sobre su práctica docente.
- Cómo recibir *feedback* de sus alumnos para poder evaluar su práctica docente y poder introducir modificaciones en la misma.
- Cómo mejorar la relación con sus alumnos para aumentar la confianza entre ellos y que aumentase el flujo de información con ellos.

Así, se definió un área de mejora caracterizada por tres problemas definidos y corroborados por diferentes fuentes, lo que permitía reducir la subjetividad en su identificación y fijar unos objetivos claros para seguir con el primer ciclo de investigación-acción.

4. Objetivos del proyecto

Teniendo en cuenta todo lo expuesto en los anteriores apartados, los objetivos que se pretende alcanzar con el presente proyecto son los siguientes:

- **Objetivo 1:** Modificar la perspectiva científica de los alumnos.
- **Objetivo 2:** Mejorar la comunicación e interacción entre los estudiantes.
- **Objetivo 3:** Aumentar el intercambio de información entre el alumno y el profesor.

La principal justificación de la selección de dichos objetivos residió en la importancia de la alfabetización científica de los futuros ciudadanos, en la necesidad de mostrar la ciencia como una disciplina accesible en la que todo el mundo puede aportar su *granito de arena* y *hacer* ciencia, aprendiendo de ella sin necesidad de ser un científico con renombre en un laboratorio preparado. Y, sobre todo, acercar y relacionar los conceptos teóricos a la práctica diaria junto al proceso de socialización, para crear una idea completa y lógica de la ciencia gracias a la introducción de innovaciones educativas que permitan trasladar la realidad científica a las aulas.

5. Plan de acción

5.1 Hipótesis de acción

El conjunto de evidencias obtenidas a partir del diagnóstico del área de mejora y cada una de sus problemáticas dieron lugar a las siguientes preguntas ¿Qué y cómo puede realizar el docente un cambio en el aula que permita un cambio en el ambiente de trabajo y un cambio en la perspectiva que tienen los jóvenes sobre la ciencia? y ¿Cuál sería el resultado esperado tras la introducción de modificaciones en el aula?

Como respuesta a estas preguntas se define una la hipótesis de acción, siguiendo el ciclo de investigación y acción mostrado en la Figura 1, íntimamente relacionada con los objetivos del proyecto planteados, ya que indican la dirección que debe tomar el trabajo. Atendiendo a información de la bibliografía se plantea el diseño de un proyecto basado en el uso de metodologías que incluyan al alumnado el proceso E-A y que lo hagan protagonista del mismo. El desarrollo de la cultura científica, más que un proceso de construcción individual utilizando el método científico es un proceso de construcción colectiva llevado a cabo en contextos colaborativos. La ciencia es entendida una disciplina en continuo progreso en la medida en que una comunidad científica mantiene un crítico diálogo transformador que minimiza las subjetividades individuales de los científicos a favor de los valores colectivos de la comunidad.

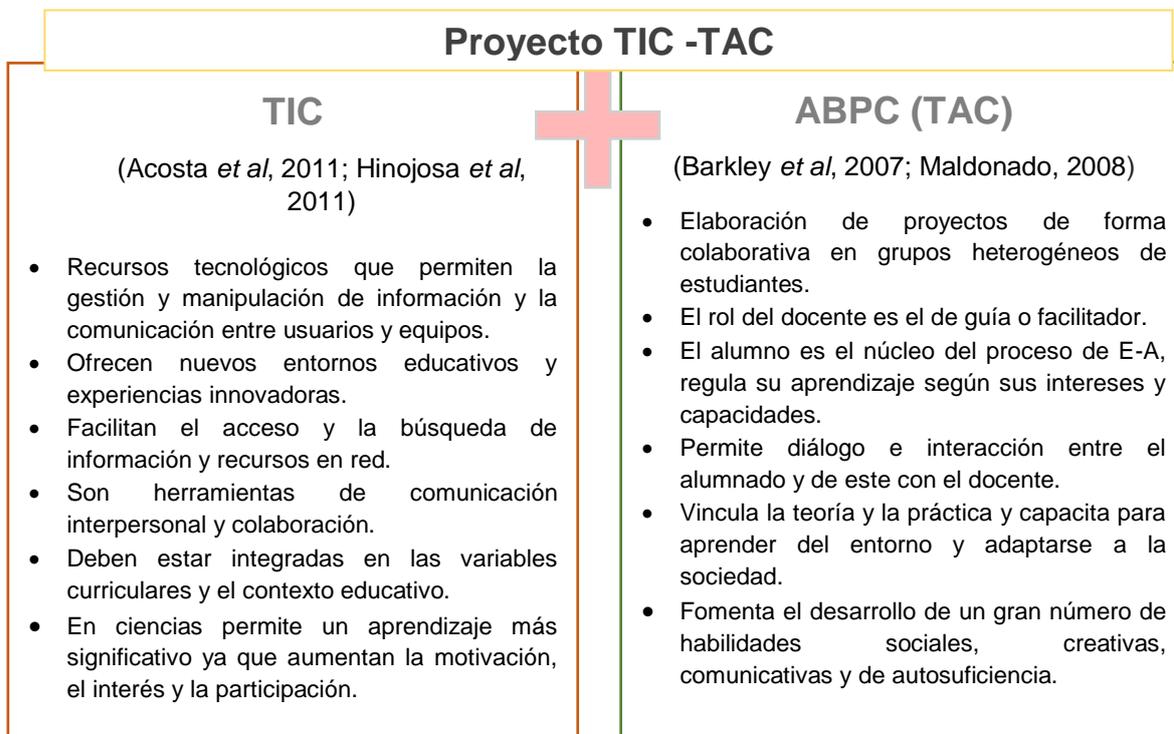


Figura 4. Proyecto TIC-TAC, características de las TIC y ABPC presentes en la metodología implementada en el proyecto.

En base a los Estándares Nacionales de Educación en Ciencias (NSES de sus siglas en inglés), la ciencia es el resultado de un proceso de construcción social a través de la argumentación y el intercambio entre los científicos y de éstos con la sociedad. Se escogió trabajar mediante un proyecto TIC-TAC (Figura 4, Badia *et al*, 2006), con la finalidad de integrar al alumnado a través de la comunicación de su aprendizaje científico y sus competencias digitales y recursos que se encuentran *a la orden del día* en nuestra sociedad (Coll, 1984; Maldonado, 2008; Salvador, 2015).

Aunque el núcleo central del trabajo, y al que mayor tiempo y trabajo se dedica, es la simulación de grupos de investigación científica en la aula, se ha incluido una parte de trabajo individual. El porqué de incluir esta última parte es complementar el trabajo realizado por el grupo en el aula, aprendiendo de forma autónoma y transmitiéndolo al grupo y para que, además, realicen un aprendizaje reflexivo sobre su actividad y la compartan con el docente para intercambiar ideas y mejore la bidireccionalidad entre ambos.

El uso de las TIC se introduce con el uso de un entorno virtual con el que el alumnado pueda interaccionar durante el proyecto del trabajo para regular su proceso E-A y pueda servir como guía de trabajo para la realización de todas las actividades. El entorno digital diseñado fue un Google Sites con el nombre de [Organismos con genes by Honori Garcia Biotech](#) en la cual se encontraba toda la información y material que podrían llegar a necesitar del proyecto. Se seleccionó este recurso material por las ventajas que este ofrece, sobre todo, por ser gratuito, de fácil uso y libre acceso por parte del alumnado, tanto dentro como fuera del aula, y por la posibilidad de interaccionar todo el conjunto clase sobre él (Tolosa *et al*, 2011). El diseño de la plataforma está organizado con diferentes páginas que incluyen desde la forma de trabajo (metodología y cronograma de las actividades), el material de trabajo (objetivos de cada trabajo), la forma de evaluación de cada una de las actividades, la bibliografía que ellos irán construyendo con su trabajo individual y, finalmente, un apartado donde se incluyen las producciones de cada grupo, organizado por diferentes carpetas, y sus respectivas evaluaciones realizadas por el docente. La finalidad de tener toda esta información accesible ofrece la posibilidad de un conocimiento completo sobre el trabajo del resto de grupos, de forma que puedan conocer sus errores y aprendan de forma conjunta todos los alumnos de sus errores, sin olvidar que trabajan como grupo clase y se espera el máximo rendimiento entre ellos. En otras palabras, el contenido creado puede servir como material educativo para el resto de los alumnos o el futuro alumnado que pueda cursar esta materia.

5.2 Organización del plan de acción y actividades propuestas

El plan de acción elaborado para la consecución de los objetivos se elaboró con la idea de ser de ser original, creativo e innovador para el alumnado pero sin dejar de lado el contenido curricular. Por ello, el trabajo se adaptó al currículum de Cultura Científica (DL 87/2015, 5 junio) y a las competencias que debe adquirir el alumnado con dicha asignatura (Orden ECD/65/2015, de 21 de enero). Concretamente, se seleccionó un tema de actualidad dentro del Bloque 4 de Revolución genética, los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) y la ingeniería genética. El tema fue propuesto por el docente en prácticas, ya que permite relacionar conceptos de los tres ámbitos de los que provienen los alumnos (sanitario, tecnológico y social) y es un sector que incumbe a todos ellos. Posteriormente, este fue consensuado con el docente y los alumnos.

Siguiendo la temporalización del curso se situó durante cinco semanas del tercer trimestre. Para poder llevar a cabo una integración y mayor interacción del alumnado se crearon cuatro grupos colaborativos de cinco alumnos por parte del docente en prácticas con la ayuda del docente-tutor. Estos cuatro grupos simulaban grupos de investigación formados dentro de la empresa biotecnológica llamada Honori Garcia Biotech, especializada en el diseño y la producción de OGM.

Las actividades planteadas partían de un caso problema conductor que captura la esencia del ABPC, descrito en lenguaje claro y motivador, que supone un reto definido, concreto y real en el que puedan integrar los contenidos de la materia. Sin dejar de lado nuestro objetivo de investigación y de mejora de nuestra práctica docente en el área de mejora definida. La respuesta o solución al caso planteado consiste en la elaboración de una propuesta informativa innovadora consensuada por todos los grupos que les permita relacionar conceptos teóricos con una situación existente, acercándose a la actual sociedad en la que vivimos y a sus necesidades

mediante los recursos y herramientas que nos ofrece. El caso problema era el siguiente:

*“Durante los últimos años Óscar, un empresario de la provincia de Castellón, ha sufrido grandes pérdidas de dinero asociadas a la crianza y producción de animales y vegetales debido a problemas relacionados con la fisiología de algunos de sus animales, las plagas de insectos, el cambio climático y, también, las exigencias del consumidor. Como consecuencia, se ha planteado eliminar la producción de estos organismos para reducir costes. No obstante, antes de tomar esta difícil decisión Óscar ha buscado posibles alternativas para poder rentabilizar las inversiones realizadas en las plantaciones e infraestructuras de la granja en dichos sectores. Para ello se ha puesto en contacto con **Honori Garcia Biotech**, una empresa puntera en avances biotecnológicos, para que diseñe diferentes propuestas que permitan optimizar el proceso de producción de dichos organismos, solucionando los problemas y, así mismo, aumentando los beneficios. En respuesta a esta proposición, los trabajadores de la empresa especializados en el sector de ingeniería genética realizarán un estudio exhaustivo sobre las condiciones de la granja con la finalidad de asesorar al empresario acerca de las posibles soluciones a los problemas, especificaciones de las técnicas moleculares y genéticas llevadas a cabo, beneficios y posibles inconvenientes que pueden ir asociados a la implantación de dichas modificaciones en la granja, consideraciones legales, transcendencias a nivel social y económico y, finalmente, el presupuesto y tiempo aproximado requerido para llevar a cabo esta **propuesta innovadora**”.*

A partir de esta información se adaptó el proyecto y se crearon cuatro trabajos diferentes para cada uno de los grupos. Aunque los temas a tratar por cada proyecto son diferentes, la forma de trabajo que estos seguirán será idéntica y los objetivos a alcanzar también. Los principales objetivos del proyecto son los siguientes:

- *Objetivo 1:* Seleccionar un organismo genéticamente modificado que permita dar la solución más plausible a la problemática planteada (cada grupo).
- *Objetivo 2:* Diseñar una propuesta conjunta en nombre de Honori Garcia Biotech a partir de los resultados de investigación de cada uno de los grupos de ingenieros genéticos que incluya información detallada sobre el OGM y sus condiciones de aplicación (legales y éticas).

Los objetivos, competencias y contenidos generales de la unidad didáctica se encuentran relacionados con los propuestos por el currículum de la materia (DL 87/2015 de 5 junio) y pueden observarse en los anexos (véase *Anexo 11.2* Características de la Unidad didáctica: Objetivos, Competencias y Contenidos).

Cada grupo, con su proyecto, realizó una investigación sobre un OGM diferente (tomate, salmón, maíz y soja) que representan la realidad de la ingeniería en el sector agroalimentario, ya que cada uno de ellos se encuentra en diferentes niveles de desarrollo, comercialización, aceptación o rechazo. Así, se abarcó todo el proceso de producción de un OGM, adquiriendo conocimientos sobre ingeniería genética, sus principales técnicas y aplicaciones y cómo se regula esta práctica, a nivel social y ético, mediante la bioética. Es decir, el proyecto consistió en el estudio de las aplicaciones de la ingeniería genética, pero cada grupo tenía una identidad propia basada en un estudio diferencial y siendo necesaria la comunicación entre ellos para aprender y complementar su aprendizaje con los contenidos de los otros grupos de

trabajo. Esta organización permite trabajar de forma consensuada y colaborativa entre los diferentes grupos de ingenieros genéticos de la empresa y dar una solución a la problemática como producto de su aprendizaje.

Teniendo en cuenta las bases establecidas del proyecto y que la ciencia es una disciplina que se aprende por transmisión de conocimiento, tanto por escrito como oral, las actividades del proyecto constaban de trabajo grupal (tareas escritas y orales) en el aula y trabajo individual fuera del aula (evaluación, búsqueda de información y práctica reflexiva).

- El trabajo grupal constó de cuatro tareas de menor a mayor dificultad con fechas de entrega fijadas durante las 5 semanas de trabajo establecidas. Las tareas fueron las siguientes:
 - I. **Tarea 1:** Informe inicial (véase *Anexo 11.3* Tarea 1. Informe Inicial).
 - II. **Tarea 2:** Acta de seguimiento (véase *Anexo 11.4* Tarea 2. Acta de Seguimiento).
 - III. **Tarea 3:** Informe final (véase *Anexo 11.5* Tarea 3. Informe Final).
 - IV. **Tarea 4:** Presentación de resultados y diseño de la propuesta conjunta (véase *Anexo 11.6* Tarea 4. Presentación de resultados y diseño de la propuesta conjunta).
- El trabajo individual, como trabajo complementario al trabajo en el grupo colaborativo, tenía como finalidad el aprendizaje autónomo y aportar ideas para el trabajo grupal y, por otra parte, la reflexión del trabajo. Constaba de las siguientes actividades:
 - A. **Evaluación previa y evaluación final** de los conocimientos (véase *Anexo 11.1* Evaluación Previa y *Anexo 11.7* Evaluación Final).
 - B. **Búsqueda de noticias y/o artículos** relacionados con el tema que puedan servir de ayuda para su propio grupo o para el resto de los grupos, con una entrega de 5 noticias o artículos. La importancia de esta actividad residía en aprender a aprender, a buscar y seleccionar información que pueda ser relevante para su desarrollo en el ámbito científico, a partir de una fuente tan rica, y extensa al mismo tiempo, como es Internet.
 - C. **Portafolio o diario reflexivo** donde se realizan 5 entradas (1 por tarea grupal entregada y 1 reflexión final sobre el proyecto). Su finalidad es hacer al alumno reflexionar sobre su forma de trabajo, que sea consciente de su aprendizaje, aprendiendo de sus errores y logros y dar un *feedback* al docente sobre su práctica. Para su realización se plantearon preguntas guía de respuesta abierta que permitirán obtener información de interés del proceso E-A y, para la reflexión final, preguntas generales relacionadas con los objetivos del estudio donde el alumnado puede incluir cualquier tipo de información que sirviese para la evaluación del proyecto (véase *Anexo 11.8* Portafolio Reflexivo).

Como se muestra en la Figura 5, dentro del proyecto de trabajo del alumnado, hay cuatro tareas consecutivas, con objetivos fijados, integradas entre sí, que permitían

trabajar de forma progresiva el proyecto hasta dar lugar al producto, la propuesta de Honori Garcia Biotech. Por otra parte, se evalúa paralelamente de forma individual la entrega de noticias y/o artículos que puedan ser de su interés y la realización de reflexiones sobre su práctica. Por último, aunque no está presente en la Figura 5, se incluyó una evaluación previa al inicio del proyecto y otra al finalizar el mismo en forma de examen que permite evaluar de forma objetiva su aprendizaje y al mismo tiempo si el uso de TIC-TAC ofrece una alternativa al estudio del ámbito científico y la construcción de una cultura científica fundamentada.

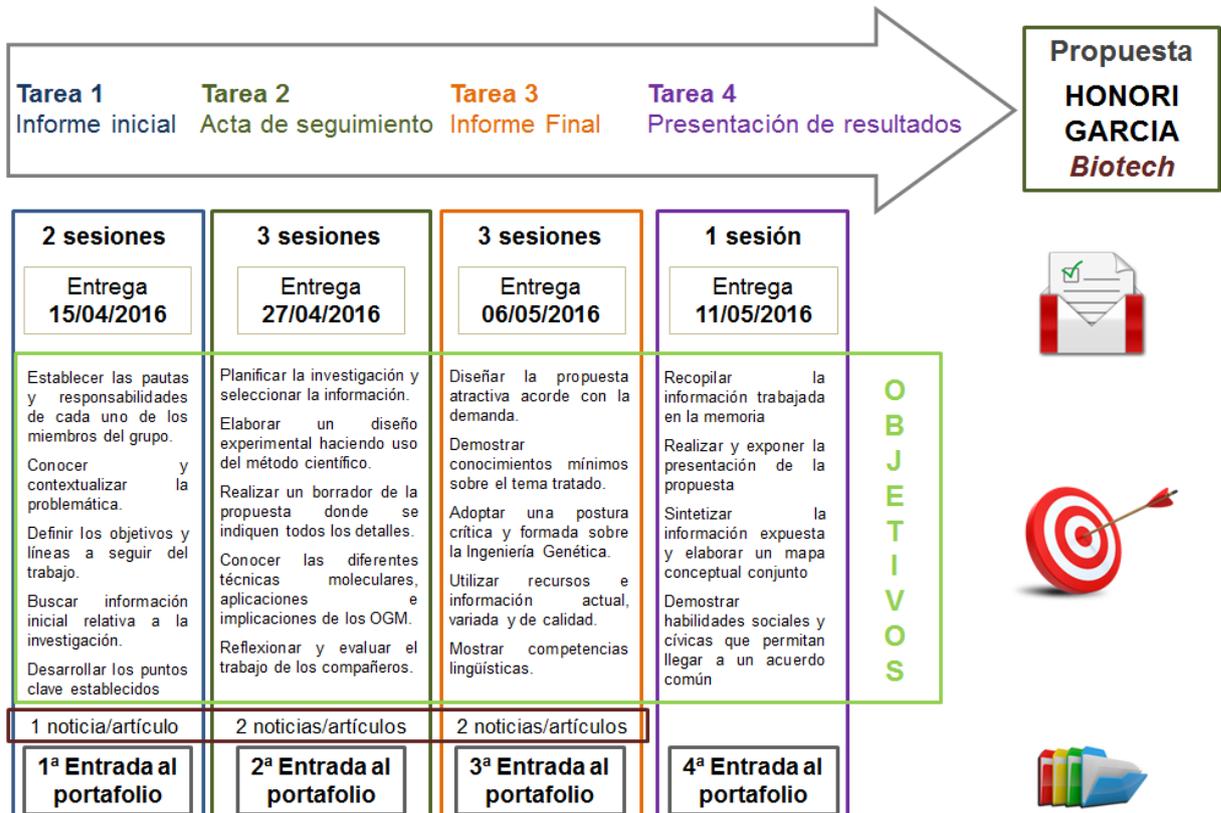


Figura 5. Esquema del proyecto con las actividades individuales y grupales para cada tarea.

5.3 Evaluación del proyecto

La implementación del plan de acción en el aula va acompañada de un proceso de observación que permite la recogida de información suficiente para un posterior análisis y evaluación. De este modo, se valora si se han alcanzado los objetivos de interés y se demuestra si el uso de nuevas prácticas docentes es útil y si es posible teorizar nuestra práctica. Como Latorre (2003) indica es importante compartir las experiencias e informar al resto de la comunidad los resultados obtenidos, aumentando el conocimiento sobre esta materia. En la Tabla 1 puede observarse un cuadro-resumen que incluye toda la evaluación del proyecto relacionando objetivos, indicadores, técnicas, recursos, tiempo y fuentes de observación utilizadas.

Indicadores

Los indicadores del proyecto permitirán realizar una evaluación objetiva del mismo estando íntimamente relacionados con cada uno de los objetivos que se desea alcanzar planteados al inicio del proyecto. Es muy importante que exista dicha

correlación para obtener una correcta conclusión y que el proyecto sea coherente. Los indicadores que se han seleccionado para este proyecto son los siguientes:

Objetivo 1: Modificar la perspectiva científica de los alumnos.

- **Indicador A:** Actitud e interés del alumnado. Estudio de las siguientes evidencias:
 - Esfuerzo del alumnado: producciones grupales e individuales
 - Capacidad de búsqueda y selección de información útil para el trabajo
 - Interés por el proyecto y búsqueda de información adicional en relación con el mismo
 - Participación activa durante la clase y en la actividad
 - Desarrollo de un pensamiento reflexivo y crítico típico de cultura científica formada
 - Evidencias de adquisición de conocimientos relacionados con los contenidos tratados durante el proyecto

Objetivo 2: Mejorar la comunicación e interacción entre los estudiantes.

- **Indicador B:** Relación entre los alumnos. Estudio de las siguientes evidencias:
 - Clima en clase
 - Comunicación y colaboración entre los alumnos durante la realización de la actividad
 - Funcionamiento del grupo colaborativo: aprovechamiento del tiempo, consecución de objetivos e integración de todos los miembros
- **Indicador C:** Asunción de responsabilidad. Estudio de las siguientes evidencias:
 - Capacidad de cumplir con el rol asignado dentro del grupo colaborativo y cómo han llevado a cabo el trabajo de forma conjunta
 - Evolución en la realización de las actividades
 - Evaluación y reflexión de su práctica
 - Trabajo del grupo y cuál ha sido el resultado del mismo

Objetivo 3: Aumentar el intercambio de información entre el alumno y el profesor.

- **Indicador D:** Conocimiento de los intereses del alumnado por parte del profesor. Estudio de las siguientes evidencias:
 - Cambio en la práctica docente
 - Conciencia por parte del docente de la opinión, preferencias, intereses, inquietudes, sugerencias, etc. del alumnado
 - Valoración y reflexión de la información obtenida
- **Indicador E:** Relación distendida en el grupo-clase. Estudio de las siguientes evidencias:
 - Conexión que existe entre el docente y el alumnado

- Tipo de comunicación y relación entre docente y el alumnado
- Confianza entre los integrantes del grupo

Recogida de información

La triangulación consiste en la combinación de metodologías que estudian desde diferente perspectiva un mismo fenómeno, pero utilizando los mismos parámetros para realizar la observación (Latorre, 2003). La finalidad de obtener información desde diferentes ángulos es comparar, contrastar y completar el conocimiento sobre la situación estudiada y que tenga la mayor objetividad posible. Existen diferentes tipos de triangulación, pero en este caso, se realizará principalmente una triangulación de técnicas y personas, no obstante, también se recogerán datos en distintos momentos del plan de acción que informarán sobre la evolución y desarrollo del mismo.

i. Triangulación de técnicas

Se ha planteado la utilización de diversas técnicas para la recogida de datos que sirvan como evidencia para obtener conclusiones sobre nuestra práctica docente innovadora. En concreto, se hará uso de tres técnicas diferentes, con sus respectivos instrumentos, que permiten obtener evidencias coherentes respaldadas por diversas fuentes de información. Las técnicas utilizadas en este proyecto son las siguientes:

Técnica de observación:

- **Registro de notas de campo** (véase Anexo 11.9 Registro de notas de campo). Se ha seleccionado esta técnica debido a la gran cantidad de ventajas que presenta. Permite anotar información de carácter cualitativo de forma flexible además de ser sencillo de rellenar, permite un registro *in vivo* y se pueden escribir reflexiones. Proporciona una base útil de datos para analizar el proyecto y conocer de forma exacta y completa las acciones e interacciones que ocurren en el contexto de clase. El docente es el responsable de su práctica docente y ha de evaluar el proyecto para ver si las técnicas que está aplicando son de ayuda para resolver el problema detectado o si, por el contrario, se han de introducir cambios y/o mejoras. El registro se llevará a cabo por parte del docente en prácticas durante y/o tras todas las clases, siempre se habrá de indicar el lugar y la fecha de realización junto a la sesión y tarea tratada.

Técnica de conversación:

- **Cuestionario** (véase Anexo 11.10 Cuestionario del docente- tutor). Presenta preguntas relevantes acerca del desarrollo de la actividad. Se ha elegido este método porque es fácil y sencillo de completar y ofrece respuestas directas y de fácil análisis. El cuestionario será rellenado por el docente-tutor tras cada sesión de entrega de tareas, para estudiar la evolución de las técnicas con el paso del tiempo.
- **Conversaciones con el alumnado**. Consiste en unas charlas entre el docente y el todo grupo clase en la que los alumnos muestran sus opiniones y sensaciones acerca de las metodologías, perspectivas y expectativas del

trabajo. Esta técnica permite una puesta en común de información o *feedback* hacia el docente. Para su realización el docente puede establecer previamente unas preguntas clave que le sirvan como guía y, así, obtener la información relevante. Se realizará al final de cada clase, tendrán una duración aproximada de 5-10 minutos, el docente en prácticas anotará todas las aportaciones del alumnado.

Técnica de análisis de datos:

- **Producciones del alumnado:**
 - **Diario reflexivo** (véase Anexo 11.8 Portafolio Reflexivo). Método en el que los estudiantes relatarán su experiencia, sus sensaciones y sus reflexiones acerca de la actividad y el proyecto llevado a cabo; es un método muy interesante debido a su naturaleza personal e individual, el alumno explica sus experiencias buenas y malas de forma privada y relajada. El diario reflexivo será rellenado por cada alumno tras entregar cada una de las tareas propuestas y al finalizar el temario.
 - **Tareas y selección de noticias/artículos.** Los trabajos propios del alumnado, tanto grupales como individuales, también deben ser valorados ya que la mayor parte del proyecto está destinada a su elaboración y el producto final del trabajo (la propuesta de Honori Garcia Biotech). También se incluye en este la evaluación final que realizarán al finalizar el proyecto. La selección de este instrumento para la evaluación permitirá observar el aprendizaje del alumnado, así como, su interés, aprovechamiento del tiempo y las competencias desarrolladas durante su preparación y elaboración, dentro y fuera del aula. En el caso de las tareas, se entregan cuatro de forma grupal en las fechas fijadas y, en el de las noticias/artículos, se entregan hasta cinco de forma individual en las fechas fijadas (véase Tabla 3. Planificación de las actividades del proyecto académico).
- **Autoevaluación y evaluación entre iguales** (véase Anexo 11.11 Plantilla de evaluación individual). Mediante las plantillas evaluativas, elaboradas en primera instancia para realizar una evaluación acerca de la asistencia y participación, se obtienen respuestas de forma sencilla y rápida sobre su experiencia durante el proyecto y cómo han observado al resto de los miembros de su grupo. Con toda la información conjunta se pueden obtener conclusiones más objetivas. Esta la realizará todo el alumnado el día de la evaluación final donde se dará por finalizada la actividad planteada.

ii. Triangulación de personas

Esta estrategia incluye el contraste de información ofrecida por diferentes observadores (docente, docente externo y alumno) sobre una misma situación con la finalidad de obtener coincidencias y divergencias. En este proyecto está constituida por los siguientes elementos:

- **Docente en prácticas.** Como ejecutor de la práctica debe reflexionar y modificar sus actuaciones para solucionar los problemas descritos y poder alcanzar los objetivos deseados.
- **Docente-tutor.** Actúa como fuente externa, aporta una visión del proceso de enseñanza-aprendizaje diferente a la del propio docente, observa otros factores de forma más objetiva.
- **Alumno.** Fuente de información necesaria para conocer si se han alcanzado los objetivos del proceso de E-A. Es importante saber cómo se sienten los protagonistas del proyecto, qué les aporta la nueva metodologías de trabajo respecto a las ofrecidas por la escuela tradicional (en los ámbitos académico, personal y social). Además, contribuyen en la reflexión de la práctica docente y a la determinación de futuras áreas de mejora y diseño de otros proyectos de mejora educativa.

Tabla 1. Cuadro-resumen de la evaluación del proyecto. (DP, Docente en prácticas; DT, Docente-tutor; AI, Alumno)

Objetivos	Indicadores	Técnica	Instrumento	Personas	Temporalización	
Modificar la perspectiva científica de los adolescentes	<i>Actitud e interés del alumnado</i>	Observación	Registro de notas de campo	DP	Diariamente	
		Conversación	Cuestionario	DT	Finalizar cada tarea	
			Conversación con al.	DP	Diariamente	
		Análisis de documentos	Diario Reflexivo	AI	Finalizar cada tarea y el proyecto	
			Tareas y noticias/art		Fechas fijadas	
Mejorar la comunicación e interacción entre los estudiantes	<i>Relación entre los alumnos</i>	Observación	Registro de notas de campo	DP	Diariamente	
		Conversación	Cuestionario	DT	Finalizar cada tarea	
			Conversación con al.	DP	Diariamente	
	Análisis de documentos	Auto/Eval por iguales	AI	Finalizar el proyecto		
	<i>Asunción de responsabilidad</i>	Observación	Registro de notas de campo	DP	Diariamente	
		Conversación	Cuestionario	DT	Finalizar cada tarea	
		Análisis de documentos	Diario Reflexivo	AI	Finalizar cada tarea y el proyecto	
			Tareas y noticias/art		Fechas fijadas	
			Auto/Eval por iguales	AI	Finalizar el proyecto	
		Estimular el intercambio de información entre el alumno y el profesor	<i>Conocimiento de los intereses del alumnado por parte del docente</i>	Observación	Registro de notas de campo	DP
Conversación				Cuestionario	DT	Finalizar cada tarea
	Conversación con al.			DP	Diariamente	
Análisis de documentos	Diario Reflexivo			AI	Finalizar cada tarea y el proyecto	
	Tareas y noticias/art		Fechas fijadas			
<i>Relación distendida en el grupo-clase</i>	Observación		Registro de notas de campo	DP	Diariamente	
	Conversación		Cuestionario	DT	Finalizar cada tarea	
			Conversación con al.	DP	Diariamente	

5.4 Evaluación de las actividades diseñadas

La evaluación de las actividades del proyecto se ha definido teniendo en cuenta las competencias que se espera alcanzar con las mismas y los criterios de evaluación presentes en el DL 87/2015 del 5 junio para este bloque de Cultura Científica.

La evaluación tendrá una parte de carácter sumativo, la importancia de este tipo de evaluación reside en su carácter cuantitativo. Por otra parte, también se tiene en cuenta la evaluación formativa que permite evaluar de forma sistemática y continua, con el objetivo de proporcionar a los estudiantes la información necesaria sobre su proceso educativo. Esta última evaluación, es informativa tanto para el alumnado como para el docente; introduce al alumno en el proceso E-A, orientando a los mismos y retroalimentando su práctica reflexiva y, también, permite al docente hacer una revisión crítica sobre su práctica, obteniendo información acerca del funcionamiento del grupo-clase, reajuste de objetivos y revisión de programaciones, metodologías y recursos. Para conseguir una evaluación formativa, aparte de incluir el portafolio reflexivo del alumnado, se han seleccionado dos tipos de instrumentos diferentes: rúbricas y plantillas evaluativas.

Para la evaluación de las todas las tareas realizadas de forma grupal y la evaluación final se ha realizado haciendo uso de rúbricas elaboradas para cada uno de las actividades a evaluar (véase *Anexo 11.12 Rubricas de Evaluación*) con el fin de establecer las características finales de cada tarea, qué criterios de evaluación se seguirán en la relación a las competencias que se desea adquirir y permite evaluar de una forma más objetiva al docente (García *et al*, 2013). Y, en cuanto a la evaluación de la asistencia y participación en la resolución del problema, se hizo uso de una plantilla evaluativa. Esta instrumento permite la autoevaluación y evaluación entre iguales para el resto de miembros del grupo, cada alumno anotará en la plantilla la valoración de su propio trabajo y el de sus compañeros (por separado de cada uno de sus miembros) atendiendo a los ítems indicados otorgando una puntuación concreta. Se tratará de una escala de estimación donde las respuestas se indicarán de forma numérica: 5, 4, 3, 2, 1, siendo 5 la máxima puntuación y 1 la mínima (véase *Anexo 11.11 Plantilla de Evaluación Individual*). La selección de la evaluación entre iguales para evaluar estos ítems se debe a que de esta forma es posible conocer cómo ellos mismos han sido capaces de regular el proceso E-A y de trabajar de forma colaborativa de forma libre y sincera. Así, el docente conoce desde la realidad del alumno su opinión (Noonan *et al*, 2005).

Por último, como muestra la Tabla 2, cada una de las actividades tiene un valor distinto sobre la nota final, éste se estableció mediante un consenso con el docente teniendo en cuenta la dificultad de cada tarea y el tiempo que se requería para su realización (véase *Anexo 11.13 Cálculo de la nota de final del proyecto académico*).

Tabla 2. Evaluación de las actividades grupales e individuales del proyecto.

Título	Puntuación
Evaluación previa	0,5%
Tarea 1: Informe inicial	10%

Tarea 2: Acta de seguimiento	15%
Tarea 3: Informe final	15%
Tarea 4: Presentación de resultados y diseño de la propuesta conjunta	15%
Evaluación final	20%
Trabajo Individual (noticias/artículos)	5%
Portafolio reflexivo	10%
Asistencia y participación en la resolución del problema	10%
Total	100%

6. Acción y observación del plan de acción

Tras la elaboración del plan de acción y establecer los indicadores y técnicas que permitirán la evaluación del proyecto, siguiendo el ciclo de investigación-acción indicado en la Figura 1, es el momento de implementar la hipótesis de acción planteada. La acción es meditada, controlada y fundamentada; es una acción observada con recogida de información para su posterior análisis y reflexión (Latorre, 2003).

Los principales cambios entre la metodología tradicional observada en el aula y la propuesta en este plan de acción se detallan en la Figura 6:

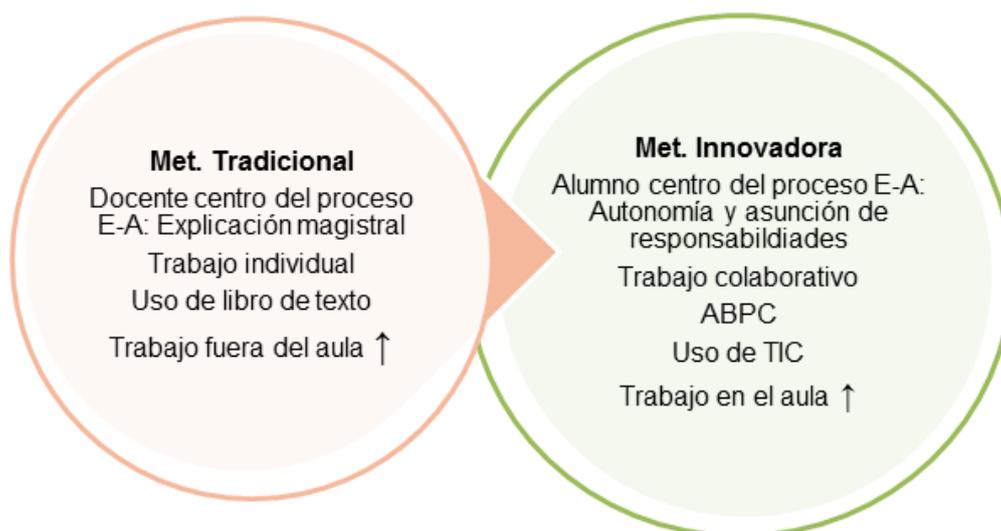


Figura 6. Cambio en la metodología tradicional y la que ofrece el plan de acción actual.

Este apartado se ha organizado teniendo en cuenta la temporalización del proyecto académico, organizando cada una de las sesiones según las actividades que se han planteado, desde el inicio del proyecto con la introducción de la forma de trabajo, las tareas grupales y por último, la evaluación final individual (véase Anexo 11.15 Guía del Alumno). Finalmente se han incluido los resultados obtenidos de la observación

teniendo en cuenta el sistema de evaluación diseñado para el proyecto de investigación-acción.

6.1 Temporalización

El proyecto académico de Honori Garcia Bioetch estaba organizado para ser realizado a lo largo de 5 semanas durante las clases de la materia de Cultura Científica (2 clases de 55 minutos/semana) para la realización de las cuatro tareas grupales y la evaluación final y un tiempo más reducido para la realización de las tareas individuales (búsqueda de noticia y/o artículo y realización del portafolio). Se elaboró una temporalización de las actividades realizadas en el aula que puede consultarse en [Planificación Abril-Mayo](#) de forma *online* y está presente en el Google Sites. De esta forma si hubiese existido algún cambio el alumnado podía conocerlo rápidamente mediante vía telemática (Tabla 3). Previamente al núcleo clave del proyecto académico se dedicaron dos sesiones para la introducción del alumnado al trabajo y la metodología a seguir. Y, una última sesión destinada, si fuese necesario, a comentar los resultados obtenidos en la evaluación final o la recuperación de la misma si el resultado no fuese satisfactorio. En el caso de las actividades individuales, en las guías de trabajo elaboradas para cada una de las tareas estaba indicado el trabajo que debían realizar fuera del aula.

Tabla 3. Planificación de las actividades del proyecto académico en el aula.

Fecha	Aula	Actividad PREVIA	Actividad AULA
27/01/2016	Lab Bio-Geo	-	Sesión introductoria: Evaluación previa (I)
29/01/2016	Lab Bio-Geo	-	Sesión introductoria: Introducción del trabajo y formación de grupos
13/04/2016	Lab Bio-Geo	-	Tarea 1: Informe inicial
15/04/2016	Lab Bio-Geo	Noticias/Artículos (I/C)	Tarea 1: Informe inicial (ENTREGA)
20/04/2016	Lab Bio-Geo	Noticias/Artículos (I/C)	Tarea 2: Acta de seguimiento
22/04/2016	Lab Bio-Geo	Noticias/Artículos (I/C)	Tarea 2: Acta de seguimiento
27/04/2016	Lab Bio-Geo	-	Tarea 2: Acta de seguimiento (ENTREGA)
29/04/2016	Lab Bio-Geo	Noticias/Artículos (I/C)	Tarea 3: Informe final
4/05/2016	Lab Bio-Geo	Noticias/Artículos (I/C)	Tarea 3: Informe final
6/05/2016	Lab Bio-Geo	-	Tarea 3: Informe final (ENTREGA)
11/05/2016	Lab Bio-Geo	-	Tarea 4: Presentación de resultados y diseño de la propuesta conjunta
13/05/2016	Lab Bio-Geo	-	Evaluación final (I)
18/05/2016	Lab Bio-Geo	-	Recuperación prueba escrita (I)

6.2 Actividades

Siguiendo la planificación de la Tabla 3, se va a introducir la descripción de cada una de las actividades incluyendo en las mismas las sesiones utilizadas y que se realizó en cada una de ellas. Todas las actividades del núcleo central del trabajo están caracterizadas por presentar unos objetivos y forma de trabajo fijada y conocida por los alumnos de forma previa a su realización gracias a su disposición en el Google Sites.

Sesiones de introducción

Sesión 1

Primera toma de contacto con el alumnado. Sesión utilizada para introducir el bloque de Revolución Genética y el cambio de metodología que se iba a experimentar en el aula y la formación de grupos de trabajo. Para la realización de la misma se tuvo en cuenta la información extraída durante el diagnóstico del área de mejora y la

realización de la evaluación previa acerca del ámbito de la ingeniería genética con la finalidad de mostrar el nivel de cultura científica (véase *Anexo 11.1 Evaluación Previa*).

I. Justificación de la actividad

Durante la primera parte de la clase se concretó el tema sobre el cual se trabajaría, los OGM, de forma consensuada entre el docente en prácticas y el docente-tutor, a través de las opiniones y sugerencias del alumnado tras la introducción del contenido del bloque de revolución genética con conceptos básicos. Por otra parte, también se anotaron todos los comentarios y propuestas que el alumnado ofreció en relación a la forma de trabajo planteada para tenerlos en cuenta en diseño del proyecto que se iba a elaborar. Esto es un gran paso, el alumnado es consciente de que su opinión se tiene en cuenta para el enfoque de las sesiones y el trabajo.

Respecto a la segunda parte de la clase, debido a la naturaleza del alumnado, derivado de tres especialidades diferentes, era necesario crear grupos heterogéneos que fomentasen la integración de todos los miembros y la cooperación entre ellos compartiendo sus conocimientos derivados de cada una de sus formaciones especializadas. Además, esta forma de trabajo permite que interaccionen alumnos que previamente no han trabajado juntos antes.

II. Descripción de la actividad

- Clase magistral (30 minutos):
 - Qué es el ABPC y las TIC y porqué se ha seleccionado esta metodología de trabajo para la elaboración de este proyecto.
 - Cómo se va a trabajar: grupos colaborativos, y los posibles roles que deberán desempeñar los diferentes miembros del grupo y que responsabilidades desempeñará cada uno de ellos.
 - Cuándo se va a trabajar.
 - Qué contenido se va a trabajar, las aplicaciones de la genética y sus repercusiones sociales y económicas.
- Dinámica de grupo (25 minutos):
 - Formación de grupos colaborativos. Se crearon grupos heterogéneos de 5 alumnos mediante una dinámica de grupo que les obligó a interaccionar entre ellos y comunicarse para poder crearlos.
 - Rellenar las plantillas de formación de grupos (véase *Anexo 11.14 Formación de grupos de trabajo*) indicando el rol a desempeñar por cada uno (coordinador, secretario, portavoz, encargado de material y observador/moderador) de ellos y su correo electrónico relativa para poder contactar con ellos si fuese necesario. Cada grupo de trabajo eligió un nombre de esta forma sienten que forman parte de un grupo de trabajo con identidad propia.

III. Recursos

- **Recursos humano:** alumnos, docente en prácticas, docente-tutor
- **Recursos/Instrumentos materiales:**
 - *Acción:* presentación de Power Point introductoria del proyecto y plantilla de formación de grupos.
 - *Observación:* conversaciones con el alumnado

- **Recursos espaciales:** Laboratorio de Biología y Geología (IES Honori Garcia)

Tarea 1: Informe inicial

I. **Objetivos**

- Estudiar el problema asignado teniendo en cuenta las responsabilidades de cada miembro del grupo.
- Conocer y contextualizar la problemática.
- Definir los objetivos y líneas a seguir del trabajo escogido.
- Buscar información inicial relativa a la investigación.
- Desarrollar los puntos clave establecidos.

II. **Competencias**

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología (CMCT).
- Competencia digital (CD).
- Aprender a aprender (AA).
- Competencia en comunicación lingüística (CL).

III. **Justificación de la actividad**

Mediante la realización de esta actividad se pretendió que los alumnos fuesen capaces de organizar su propio trabajo a partir de las responsabilidades que adquirieron con su rol de trabajo. De esta forma, se esperaba que los alumnos empezaran a trabajar de forma autónoma y que actuaran como un grupo de investigadores junto al resto de compañeros.

Para poderlo desarrollar se hizo uso de la guía de trabajo de la Tarea 1 (véase *Anexo 11.3 Tarea 1. Informe Inicial*) dispuesta en el Google Sites que permite que el alumno sea quien lidera su proceso E-A. Esta tarea fue una actividad introductoria al ABPC y las TIC en el aula que fomentó actividades positivas hacia el estudio y aumentó la integración y motivación del alumnado, además de mejorar la relación entre los estudiantes y fomentar la adquisición de conocimientos científicos por una vía diferente a la que estaban acostumbrados. Además, ofrecer la libertad al alumnado para escoger el tema de su propio trabajo, según sus intereses, incrementa su motivación.

En relación con los objetivos de la tarea, esta actividad pretendía conocer y estudiar los conceptos básicos relacionados con este ámbito y la búsqueda de posibles soluciones a la problemática planteada, dando respuesta al objetivo 1 del caso práctico inicial (seleccionar un OGM de estudio). Y, con la actividad de reflexión, estos podían realizar una práctica reflexiva acerca de los conocimientos adquiridos, así como de sus dudas, opiniones y/o sugerencias del tema o metodología que quisieran hacer llegar al docente.

IV. **Recursos**

Los recursos requeridos para la realización de esta tarea son los siguientes:

- **Recursos humano:** alumnos, docente en prácticas, docente-tutor.

- **Recursos/Instrumentos materiales:**
 - *Acción:* guía del alumno, producciones del alumnado, rúbricas, información en red, ordenadores y conexión a internet, Google Sites y Google Drive/ procesador de textos.
 - *Observación:* registro de notas de campo, cuestionario para el docente externo, conversaciones con el alumnado y análisis de las producciones del alumnado.

- **Recursos espaciales:** Laboratorio de Biología y Geología (IES Honori Garcia).

V. Descripción de la actividad

Sesión 2

La sesión se organizó de la siguiente manera:

1. **Introducción de la actividad** (5 minutos). Se realizó la selección por cada grupo de las problemáticas de estudio a partir de la selección realizada por el docente en prácticas, se plantearon los objetivos de trabajo, las tareas, y los recursos de los que podían hacer uso. Concretamente, el funcionamiento del Google Sites de la materia.
2. Establecimiento de directrices de **búsqueda de información y lectura de noticias y artículos** ejemplo seleccionadas previamente por el profesor (10 minutos). Ejemplo de cómo, qué y dónde podían buscar información de su interés.
3. **Trabajo en grupo** (35 minutos). Inicio del Objetivo 1 (selección del OGM). Para ello se hizo una búsqueda de información guiada por puntos clave descritos y profundizando en las características más relevantes relacionadas con la problemática y posibles soluciones al problema planteado.
4. **Reflexión de la actividad** (5 minutos). Síntesis de las ideas más importantes del trabajo, intercambio de información con el resto de los grupos y resolución de las posibles dudas que surgieron durante la sesión.

Sesión 3

La sesión se distribuyó de la siguiente forma:

1. **Búsqueda de noticias y/o artículos** (en casa). De forma individual el alumnado seleccionó noticias relacionadas con el tema de trabajo, o de su interés, para posteriormente utilizarlas en el mismo y compartir sus hallazgos con el resto del grupo-clase.
2. **Comentar las noticias y/o artículos** (10 minutos). Análisis y evaluación de las noticias seleccionadas y búsqueda de relación con el objetivo de trabajo que se estaba trabajando.
3. **Trabajo en grupo** (40 minutos). Trabajo sobre el Objetivo 1 del caso problema, se trabajaron los puntos establecidos en la guía de trabajo de la tarea y se redactó el informe inicial para su posterior entrega al docente en prácticas.
4. **Reflexión de la actividad** (5 minutos). Síntesis de las ideas más importantes del trabajo, intercambio de información con el resto de los grupos y resolución de las posibles dudas que surgieron durante la sesión.

5. **Diario reflexivo - 1ª entrada** (en casa). De forma individual cada alumno realizó una reflexión del trabajo en respuesta al esquema planteado para la realización del portafolio (véase *Anexo 11.8 Portafolio Reflexivo*).

VI. Producciones del alumnado

A. Informe inicial (grupal)

B. 1 Noticia o artículo (individual)

C. Portafolio (individual)

VII. Evaluación de la actividad

- Fecha de entrega: 15/04/2016 (antes de las 10:00h, por correo electrónico al docente)
- Puntuación:
 - Informe inicial hasta 1 punto de la nota final (véase *Anexo 11.12b Rubricas de Evaluación Tareas*)
 - Por cada noticia o artículo 0,1 puntos de la nota final
 - Diario reflexivo hasta 1 punto de la nota (si se han realizado las cinco entradas, véase *Anexo 11.12c Rúbrica Evaluación Portafolio Reflexivo*)

Tarea 2: Acta de seguimiento

I. Objetivos

- Planificar la investigación y seleccionar la información.
- Elaborar un diseño experimental haciendo uso del método científico.
- Realizar un borrador de la propuesta donde se indiquen todos los detalles.
- Conocer las diferentes técnicas moleculares, aplicaciones e implicaciones de los OGM.
- Reflexionar y evaluar el trabajo de los compañeros.

II. Competencias

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología (CMCT).
- Competencias sociales y cívicas (CSC).
- Competencia en comunicación lingüística (CL).

III. Justificación de la actividad

Con la finalidad de seguir con el autoaprendizaje por parte del alumnado, esta actividad permitió ampliar la información adquirida durante la primera tarea, teniendo en cuenta los errores cometidos y mejorando sus actividades. Para realización de esta actividad era esencial tener en cuenta el *feedback* del docente y la comunicación entre los miembros del grupo ya que debía existir un consenso entre los mismos para la selección de la información más relevante para el trabajo.

Otra finalidad de tarea era aplicar los conocimientos teóricos a la práctica mediante su relación con el método científico, es decir, trasladar la información encontrada del OGM de estudio a cada una de las etapas que presenta una investigación científica según el método científico, es necesario conocer este concepto para entender el proceso llevado a cabo en un proceso experimental. Para ello contaron con la ayuda de material adicional acerca del método científico en el Google Sites. Asimismo, durante actividad era necesario realizar una organización del trabajo a realizar en las siguientes sesiones para la consecución del Objetivo 2 del planteado en el proyecto académico y que responsabilidad presentaba cada uno de los miembros.

De igual forma que con la tarea anterior se propuso realizar una práctica reflexiva que ayudase al alumno a regular su aprendizaje y ofreciese información al docente.

IV. Recursos

Los recursos requeridos para la realización de esta tarea son los siguientes:

- **Recursos humano:** alumnos, docente en prácticas, docente-tutor
- **Recursos/Instrumentos materiales:**
 - *Acción:* guía del alumno, producciones del alumnado, rúbricas, información en red, ordenadores y conexión a internet, información adicional sobre el método científico, Google Sites y Google Drive/ procesador de textos
 - *Observación:* registro de notas de campo, cuestionario para el docente externo, conversaciones con el alumnado y análisis de las producciones del alumnado
- **Recursos espaciales:** Laboratorio de Biología y Geología (IES Honori Garcia)

V. Descripción de la actividad

Sesión 4

1. **Búsqueda de noticias y/o artículos** (en casa). De forma individual el alumnado seleccionó noticias relacionadas con el tema de trabajo, o de su interés, para posteriormente utilizarlas en el mismo y compartir sus hallazgos con el resto del grupo-clase.
2. **Comentar las noticias y/o artículos** (10 minutos). Análisis y evaluación de las noticias seleccionadas y búsqueda de relación con el objetivo de trabajo que se tiene.
3. **Trabajo en grupo** (40 minutos). Consistió en una búsqueda bibliográfica sobre el OGM elegido en el Objetivo 1, selección de la información más importante y distribuirla entre los miembros del grupo.
4. **Reflexión de la actividad** (5 minutos). Se puso en común toda la información encontrada y de la organización del trabajo, se intercambiaron información entre los grupos y se resolvieron las posibles dudas que surgieron durante la sesión.

Sesión 5

1. **Búsqueda de noticias y/o artículos** (en casa). De forma individual el alumnado seleccionó noticias relacionadas con el tema de trabajo, o de su interés, para

posteriormente utilizarlas en el mismo y compartir sus hallazgos con el resto del grupo-clase.

2. **Comentar las noticias y/o artículos** (10 minutos). Análisis y evaluación de las noticias seleccionadas y búsqueda de relación con el objetivo de trabajo que se tiene.
3. **Trabajo en grupo** (40 minutos). Consistió en entender las bases del método científico y a través de la idea que presentaba el grupo sobre su propuesta de trabajo, realizar un esquema con los puntos de su investigación del organismo transgénico siguiendo el método científico para la consecución del Objetivo 2.
4. **Reflexión de la actividad** (5 minutos). Puesta en común de los diseños experimentales elaborados con la finalidad de evaluar el trabajo de los compañeros y el propio de cada grupo. La finalidad del intercambio de información con el resto de los grupos fue completar el esquema del trabajo y resolver las posibles dudas que surgieron durante la sesión.

Sesión 6

1. **Trabajo en grupo** (45 minutos). Finalizar la elaboración de la tarea 2 para su entrega e introducción en la siguiente tarea donde se redactaría el informe final teniendo en cuenta: técnicas moleculares, aplicaciones (ventajas e inconvenientes) e implicaciones presentes en la información.
2. **Reflexión de la actividad** (10 minutos). Síntesis de las ideas más importantes del trabajo, intercambio de información con el resto de los grupos y resolución de las posibles dudas que surgieron durante la sesión
3. **Diario reflexivo - 2ª entrada** (en casa). De forma individual cada alumno realizó una reflexión del trabajo en respuesta al esquema planteado para la realización del portafolio (véase Anexo 11.8 Portafolio Reflexivo).

VI. Producciones del alumnado

- A. **Acta de seguimiento** (grupal)
- B. **2 Noticias o artículos** (individual)
- C. **Portafolio** (individual)

VII. Evaluación de la actividad

- Fecha de entrega: 27/04/2016 (antes de las 10:00h, por correo electrónico al docente)
- Puntuación:
 - Acta de seguimiento hasta 1,5 puntos de la nota final (véase Anexo 11.12b Rubricas de Evaluación Tareas)
 - Por cada noticia o artículo 0,1 puntos de la nota final
 - Diario reflexivo hasta 1 punto de la nota (si se han realizado las cinco entradas, véase Anexo 11.12c Rubrica de Evaluación Portafolio Reflexivo)

Tarea 3: Informe final

I. Objetivos

- Diseñar la propuesta atractiva acorde con la demanda.
- Demostrar conocimientos mínimos sobre el tema tratado.
- Adoptar una postura crítica y formada sobre la Ingeniería Genética.
- Utilizar recursos e información actual, variada y de calidad.
- Mostrar competencias lingüísticas.

II. Competencias

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología (CMCT).
- Competencias sociales y cívicas (CSC).
- Conciencia y expresiones culturales (CEC).
- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIE).
- Aprender a aprender (AA).
- Competencia digital (CD).
- Competencia en comunicación lingüística (CL).

III. Justificación de la actividad

Como resultado de las anteriores dos tareas de búsqueda y selección de información y planificación del trabajo, en la presente práctica se realizaría una disposición de toda la información estudiada en forma de propuesta informativa, dando respuesta al Objetivo 2 del caso práctico.

Además, en esta tarea se intentaron incluir nuevos conceptos relacionados con el bloque de ingeniería genética que permitiesen relacionar la ciencia con la sociedad, qué implicaciones tiene sobre la misma y cómo se encuentra regulada por los principios bioéticos. Las características más relevantes de esta tarea se encontraban en el trabajo colaborativo y el desarrollo de un pensamiento crítico resultado de todas las posturas de los miembros del grupo. En otras palabras, que mostrasen su capacidad de síntesis, comunicación y compañerismos para mejorar los trabajos del resto de estudiantes.

Con esta actividad, se daba por finalizada la actividad individual de búsqueda de noticias y/o artículos para la elaboración del trabajo, ya que finalizaba con estas sesiones la elaboración de la propuesta grupal con el OGM.

IV. Recursos

Los recursos requeridos para la realización de esta tarea son los siguientes:

- **Recursos humano:** alumnos, docente en prácticas, docente-tutor
- **Recursos/Instrumentos materiales:**
 - *Acción:* guía del alumno, producciones del alumnado, rúbricas, información en red, ordenadores y conexión a internet, Google Sites y Google Drive/ procesador de textos

- *Observación*: registro de notas de campo, cuestionario para el docente externo, conversaciones con el alumnado y análisis de las producciones del alumnado
- **Recursos espaciales**: Laboratorio de Biología y Geología (IES Honori Garcia)

V. Descripción de la actividad

Sesión 7

1. **Búsqueda de noticias y/o artículos** (en casa). De forma individual el alumnado seleccionó noticias relacionadas con el tema de trabajo, o de su interés, para posteriormente utilizarlas en el mismo y compartir sus hallazgos con el resto del grupo-clase.
2. **Comentar las noticias y/o artículos** (10 minutos). Análisis y evaluación de las noticias seleccionadas y búsqueda de relación con el objetivo de trabajo que se tiene.
3. **Trabajo en grupo** (40 minutos). Desarrollar el informe final o memoria siguiendo la estructura definida en la guía de trabajo de la tarea 3 (véase *Anexo 11.5. Tarea 3. Informe Final*).
4. **Reflexión de la actividad** (5 minutos): Ronda de preguntas, dudas y aportaciones entre grupos para completar el esquema base del trabajo y resolución de las posibles dudas que surgieron durante la sesión.

Sesión 8

1. **Búsqueda de noticias y/o artículos** (en casa). De forma individual el alumnado seleccionó noticias relacionadas con el tema de trabajo, o de su interés, para posteriormente utilizarlas en el mismo y compartir sus hallazgos con el resto del grupo-clase.
2. **Comentar las noticias y/o artículos** (10 minutos). Análisis y evaluación de las noticias seleccionadas y búsqueda de relación con el objetivo de trabajo que se tiene.
3. **Trabajo en grupo** (40 minutos). Seguir con el trabajo iniciado en la sesión 8 con la finalidad de elaborar el informe final del proyecto por grupos, que mostrase de forma atractiva cada una de las soluciones que había diseñado cada grupo.
4. **Reflexión de la actividad** (5 minutos): Ronda de preguntas, dudas y aportaciones entre grupos para completar el esquema base del trabajo y resolver las posibles dudas que surgieron durante la sesión.

Sesión 9

5. **Trabajo en grupo** (30 minutos). Finalizar el informe final o memoria del Objetivo 2, incluir las referencias bibliográficas y ultimar los detalles de maquetación según se especifica en la guía de trabajo de la tarea 3 (véase *Anexo 11.5 Tarea 3. Informe Final*).
1. **Presentación de resultados** (15 minutos). Inicio del diseño de la presentación de la Tarea 4 recopilando los datos más relevantes y sintetizando la información que se pretendía enseñar al resto de grupos de trabajo y que debían conocer.

2. **Reflexión de la actividad** (10 minutos). Resolver las posibles dudas sobre el informe final y evaluar de forma abierta los trabajos de los compañeros. La finalidad es completar el informe final e informar de posibles errores que puedan existir, conceptuales, estructurales o de diseño.
6. **Diario reflexivo - 3ª entrada** (en casa). De forma individual cada alumno realizó una reflexión del trabajo en respuesta al esquema planteado para la realización del portafolio (véase *Anexo 11.8 Portafolio Reflexivo*).

VI. Producciones del alumnado

- A. Informe final** (grupal)
- B. 2 Noticias o artículos** (individual)
- C. Portafolio** (individual)

VII. Evaluación de la actividad

- Fecha de entrega: 06/05/2016 (antes de las 10:00h, por correo electrónico al docente)
- Puntuación:
 - Informe final hasta 1,5 puntos de la nota final (véase *Anexo 11.12b Rúbricas de Evaluación Tareas*)
 - Por cada noticia o artículo 0,1 puntos de la nota final
 - Diario reflexivo hasta 1 punto de la nota (si se han realizado las cinco entradas, véase *Anexo 11.12c Rúbrica de Evaluación Portafolio Reflexivo*)

Tarea 4: Presentación de resultados y diseño de la propuesta conjunta

I. Objetivos

- Recopilar la información trabajada en el informe final.
- Realizar y exponer la presentación de la propuesta.
- Sintetizar la información expuesta y elaborar un mapa conceptual conjunto.
- Demostrar habilidades sociales y cívicas que permitan llegar a un acuerdo común.

II. Competencias

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología (CMCT).
- Competencias sociales y cívicas (CSC).
- Competencia digital (CD).
- Competencia en comunicación lingüística (CL).

III. Justificación de la actividad

Como se ha introducido a lo largo del presente trabajo, la ciencia es una disciplina que requiere de comunicación y transmisión de conocimiento, por ellos se proponía la

siguiente actividad, con la finalidad de compartir cada una de las propuestas al resto de grupo-clase. De este modo, se entendía el contexto de toda la problemática, ya que todos los temas se encontraban complementados entre sí, y se llegaba a la resolución del caso problema y a la consecución del Objetivo 2 elaborando una propuesta informativa conjunta, con el consenso de los cuatro grupos que conforman la empresa Honori Garcia Biotech. Se intentó concluir el proceso de aprendizaje continuado que se había ofrecido desde el inicio de las actividades.

Es muy importante sintetizar la información, por ello se planteaba la creación de un mapa conceptual que incluya los puntos más relevantes del trabajo que sirviese como resultado del trabajo colaborativo y que incluyese las cuatro problemáticas de partidas y sus respectivas soluciones.

IV. Recursos

Los recursos requeridos para la realización de esta tarea son los siguientes:

- **Recursos humano:** alumnos, docente en prácticas, docente-tutor
- **Recursos/Instrumentos materiales:**
 - *Acción:* guía del alumno, producciones del alumnado, rúbricas, información en red, ordenadores y conexión a internet, Google Sites, Google Drive/ Power Point y CmapTools
 - *Observación:* registro de notas de campo, cuestionario para el docente externo, conversaciones con el alumnado y análisis de las producciones del alumnado
- **Recursos espaciales:** Laboratorio de Biología y Geología (IES Honori Garcia)

V. Descripción de la actividad

Sesión 10

1. **Presentación de resultados** (en casa).
2. **Exposiciones en grupo** (aproximadamente 50 minutos). Cada uno de los grupos de ingenieros genéticos de la empresa Honori Garcia Biotech mostró su propuesta con toda la información detallada acerca de su solución al problema. Cada exposición duró aproximadamente 10 minutos y hablaron todos los miembros del grupo (se repartió la información de forma equitativa).

La presentación fue libre de formato pero se debía presentar la información definida en la guía de trabajo de la tarea 4 (véase *Anexo 11.6 Tarea 4: Presentación de resultados y diseño de la propuesta conjunta*).

3. **Discusión de resultados.** Durante las exposiciones se comentaron todos los resultados y se resolvieron las posibles dudas que fueron.
4. **Creación de una propuesta conjunta** (5 minutos). A partir de los resultados y los mapas conceptuales realizados por cada grupo, se integró toda la información en un único mapa conceptual conjunto (con el mapa conceptual haciendo uso de CmapTools) producto del consenso de todo el grupo clase y que mostraba el

trabajo final de investigación de la empresa Honori Garcia Biotech y que equivaldría a la propuesta que se entregaría a Óscar.

5. **Diario reflexivo - 4ª entrada** (en casa). De forma individual cada alumno realizó una reflexión del trabajo en respuesta al esquema planteado para la realización del portafolio (véase *Anexo 11.8* Portafolio Reflexivo). En este caso, debía incluir una réplica del mapa conceptual general creado tras las exposiciones que incluya las ideas principales de cada trabajo: problema, OGM seleccionado, técnica molecular, implicaciones económicas, sociales y éticas, conclusión.

VI. Producciones del alumnado

- A. **Presentación de resultados junto con el mapa conceptual de la propuesta** (grupal).
- B. **Portafolio** (individual).

VII. Evaluación de la actividad

- Fecha de entrega: 11/05/2016 (antes de las 10:00h)
- Puntuación:
 - Presentación de resultados y diseño de la propuesta hasta 1,5 puntos de la nota final (véase *Anexo 11.12b* Rubricas de Evaluación Tareas)
 - Diario reflexivo hasta 1 punto de la nota (si se han realizado las cinco entradas, véase *Anexo 11.12 c* Rúbrica de Evaluación Portafolio Reflexivo)

Evaluación final

Sesión 11

I. Objetivos

- Determinar la obtención de conocimientos.
- Evaluar el aprendizaje regulado por el propio alumno mediante el aprendizaje colaborativo.
- Demostrar la adquisición de cultura científica.
- Analizar la capacidad de integrar y relacionar los conceptos teóricos y prácticos.
- Evaluar la práctica de cada alumno y sus compañeros.

II. Competencias

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología (CMCT).
- Competencias sociales y cívicas (CSC).
- Conciencia y expresiones culturales (CEC).
- Aprender a aprender (AA).
- Competencia en comunicación lingüística (CL).

III. Justificación de la actividad

Con esta actividad se pretendía demostrar el aprendizaje del alumnado, tanto a el mismo como al docente, que se había conseguido con el uso de este tipo de metodología.

La evaluación final se realizó mediante un examen diseñado que tenía en cuenta el contenido trabajado durante las diferentes actividades planteadas en el proyecto académico, incluyendo los conceptos y puntos más importantes. La finalidad de esta actividad no era fomentar el estudio del alumno fuera del aula, sino utilizar los conocimientos adquiridos de forma colaborativa en clase para resolver preguntas del mismo índole. Así, era posible realizar una evaluación individual más objetiva y una valoración del uso de TIC-TAC para la obtención de un aprendizaje significativo.

La autoevaluación y coevaluación, realizada como punto final del punto final del proyecto, permitió hacer una retrospectiva sobre todo el trabajo realizado y evaluar su propia práctica, obteniendo un *feedback* de cómo se ha trabajado en cada grupo y cuáles han sido los puntos más fuertes y más débiles.

IV. Recursos

Los recursos requeridos para la realización de esta tarea son los siguientes:

- **Recursos humano:** alumnos, docente en prácticas, docente-tutor
- **Recursos/Instrumentos materiales:**
 - *Acción:* examen, plantilla evaluativa de autoevaluación y evaluación entre iguales, diario reflexivo del proyecto y rúbricas.
 - *Observación:* registro de notas de campo, cuestionario para el docente externo, conversaciones con el alumnado y análisis de las producciones del alumnado
- **Recursos espaciales:** Laboratorio de Biología y Geología (IES Honori Garcia)

V. Descripción de la actividad

1. **Examen** (50 minutos). Al inicio se crearon grupos colaborativos diferentes a los utilizados durante el proyecto con la condición de que en cada grupo hubiese un alumno de cada grupo al menos. De esta forma, el examen se realiza de forma individual pero mediante la interacción con el resto de compañeros entre los cuales habrá un experto de cada temática.
2. **Autoevaluación y evaluación entre iguales** (5 minutos). Para finalizar el proyecto en esta sesión y teniendo presente toda el proyecto deberán evaluar su actividad y la de los compañeros de grupo de trabajo.
3. **Diario reflexivo - 5ª entrada** (en casa). De forma individual cada alumno realizó una reflexión del trabajo en respuesta al esquema planteado para la realización del portafolio (véase Anexo 11.8 Portafolio Reflexivo). En este caso, debía realizarse una reflexión final sobre todo el proyecto académico realizado.

VI. Producciones del alumnado

A. Examen (individual)

B. Autoevaluación y coevaluación (individual)

B. Portafolio (individual)

VII. Evaluación de la actividad

- Fecha de realización: 13/05/2016 (antes de las 10:00h)
- Puntuación:
 - Examen final hasta 1 punto de la nota final (véase *Anexo 11.12a* Rubrica de Evaluación de Evaluación Final)
 - Autoevaluación y coevaluación hasta 1 punto de la nota (véase *Anexo 11.11* Plantilla de Evaluación Individual y *Anexo 11.13* Cálculo de la nota final del proyecto realizado por el alumnado)
 - Diario reflexivo hasta 1 punto de la nota (si se han realizado las cinco entradas, véase *Anexo 11.12c* Rúbrica de Evaluación Portafolio Reflexivo)

Sesión 12

Esta sesión está introducida fue incluida en la temporalización inicial por si fuese necesario precisar de una sesión extra para reunirse con el alumnado por causas diversas, como por ejemplo repetir la evaluación final, analizar resultados o comentar dudas si los resultados no han sido satisfactorios.

En la realidad no fue necesario hacer uso de esta sesión y el plan de acción acabó con la sesión 11.

6.3 Resultados

A partir de la información obtenida durante la observación de la acción, se ha realizado un análisis de resultados a partir de cada uno de los instrumentos utilizados para llevarlo a cabo. Debido a la gran cantidad de información recogida ha sido necesario sintetizar y preparar dicha información para poder realizar una correcta evaluación y, así, que sea manejable y comprensible para obtener conclusiones lo más reales posibles.

Los resultados del proyecto se van a relacionar directamente con las técnicas e instrumentos utilizados durante la observación de la acción:

6.3.1 Técnicas de observación

i. Registro de notas de campo

El docente en prácticas durante todas las sesiones de prácticas realizó un registro de notas de campo siguiendo un cuestionario preestablecido (véase *Anexo 11.9* Registro de notas de campo) que ha servido para anotar las evidencias más relevantes relacionadas con los objetivos del proyecto (ver *Anexo 11.16* Ejemplo de Registro de notas de campo), además de permitir anotaciones relacionadas con la reflexión de su práctica como docente. A partir de la información obtenida de dichos cuestionarios se destacan diferentes aspectos en relación con los objetivos planteados en el proyecto de investigación-acción.

En un inicio el alumnado se mostró desconcertado frente a la metodología de trabajo que debía seguir pero tras varias sesiones se adaptaron a la misma y consiguieron trabajar de forma más eficaz y coordinada entre los miembros del grupo. Esta adaptación se encuentra íntimamente relacionada con el aumento de autonomía y

motivación en los grupos de trabajo, y de cada uno de sus miembros, haciendo un correcto uso de los recursos facilitados, como el Google Sites y las Guías de Trabajo. Hubo un cambio de actitud pasiva e individualizada, residuo de la metodología tradicional, a una actitud activa, participativa y colaborativa que reducía la indispensable necesidad inicial del docente como guía.

Lograr que el trabajo en grupo fuese correcto ha sido uno de los puntos más complicados, tanto para el alumnado como para el docente en su trabajo como guía. No todos los grupos han funcionado de igual forma, en algunos de ellos no ha habido ningún problema, pero en otros ha resultado una tarea difícil conseguir integrar a todo el alumnado. En algunos casos ha sido consecuencia de desinterés, o falta de asistencia al aula, en cambio, en otros se debía a una gran falta de confianza en la competencia de sus compañeros, tomando algunos una carga de trabajo descompensada. Las diferencias de interés y trabajo se encontraban especialmente entre los estudiantes del bachillerato científico y los de bachilleres no científicos.

No obstante, el ritmo de trabajo ha sido bastante similar en todos ellos, siendo capaces de equilibrarse entre ellos y redirigir las conductas para optimizar el funcionamiento del grupo. Comparando las primeras sesiones con las últimas, puede afirmarse que de forma paralela al avance del proyecto académico ha existido un progreso en el trabajo colaborativo, en el compañerismo y en la organización y el aprovechamiento del tiempo de trabajo en el aula. El ejemplo más claro se observó durante la evaluación final de forma colaborativa. Es una muestra de que el alumnado ha sido capaz de asumir sus responsabilidades y trabajar de forma conjunta para la consecución de los objetivos. Y, sobre todo, ha existido un cambio de mentalidad por parte del alumnado, de tomar la materia de Cultura Científica como *simple* materia *optativa* a darle la importancia que realmente merece y obtener resultados reales de la misma.

En cuanto al clima de la clase también se observaron cambios destacables. El número de interacciones en el aula entre el alumnado aumentó en cantidad y calidad, las intervenciones llegaron a ser ricas en argumentos y contenido científico. Además, muchas de estas intervenciones no requirieron de la mediación del docente en prácticas, los alumnos eran capaces de controlar sus intervenciones, esto es un indicativo de adquisición de cultura científica junto otras competencias y valores. Por lo que respecta a la bidireccionalidad entre el docente en prácticas y el alumnado, también se observó una mejora. Inicialmente, debido a la falta de experiencias donde el alumnado se encontraba íntegramente incluido en el proceso E-A, estos no mostraban conciencia de su libertad de expresión y la importancia que tenían sus aportaciones. Sin embargo, la mayor parte del alumnado compartió cualquier tipo de información que fuese relevante.

6.3.2 Técnicas de análisis de documentos:

Para el análisis de los resultados obtenidos de los documentos producidos por el alumnado se han consultado los productos de todas las actividades realizadas: tareas, noticias y/o artículos, evaluación final, diario reflexivo, autoevaluación y evaluación entre iguales, ya que son el resultado de su trabajo autónomo, toma de decisiones y presentan identidad propia.

i. Tareas, noticias y/o artículos y evaluación final

En este punto se ha valorado la realización y la participación en cada una de las actividades, analizando más concretamente, el interés que han mostrado, la asunción de responsabilidades y las producciones de las actividades.

En el caso de las entregas de carácter grupal, como son las tareas, su participación ha sido del 100% porque todas las tareas han sido entregadas por todos los grupos sin excepción. De igual forma la evaluación previa y final individual también fue realizada por toda la clase. En cambio, en el caso del trabajo individual realizado fuera del aula, las noticias y/o artículos, encontramos diferentes situaciones: alumnos que realizan las actividades en todos los casos, otros que las realizan de forma esporádica y otros que no las realizan. Como se muestra en la Figura 7, un 70% del alumnado muestra interés por aprender a aprender de forma autónoma mediante el uso de TICs, mejorando así las características del trabajo grupal y transmitiendo conocimientos al resto de compañeros. Para observar el trabajo realizado por el alumnado para construir una bibliografía completa y especializada del ámbito se puede acceder al Google Sites del curso (véase [Bibliografía en Google Sites](#))

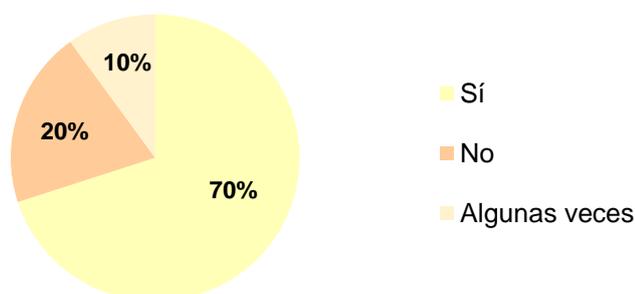


Figura 7. Realización de las actividades fuera del aula, entrega de noticias y/o artículos

Las notas de las tareas se han analizado de forma grupal, teniendo en cuenta la nota de todos los grupos. Aunque la nota no es un indicador directo del aprendizaje, es una evidencia a tener en cuenta ya que refleja la evolución en su forma de trabajo. En relación a las pequeñas diferencias entre los grupos de trabajo también ha habido variaciones en las notas, sin embargo, siempre se han encontrado entre notable y excelente (Figura 8). Teniendo en cuenta que se ha hecho uso de rúbricas evaluativas para la resolución de los mismos, los resultados son objetivos e indicativo de la existencia de un correcto aprendizaje y adquisición de cultura científica. A destacar, la tarea 4 muestra una nota inferior respecto al resto de tareas, cosa ilógica si indicamos que ha existido una evolución. Pero, en este caso este efecto se debe a la inexperiencia en la realización de exposiciones en público, la falta de aptitudes y tal vez seguridad en ellos mismos ha incapacitado su correcta exposición.

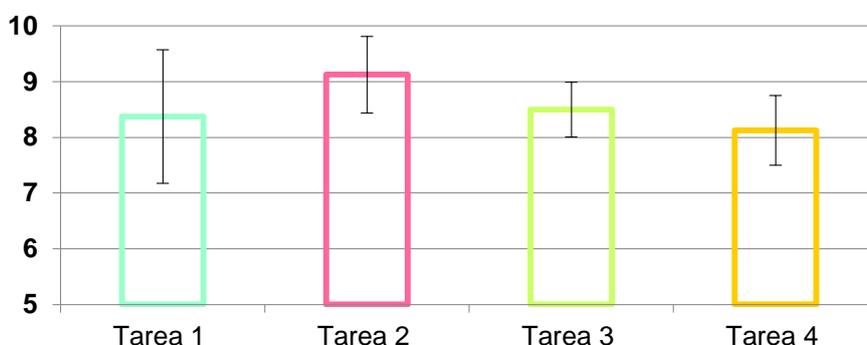


Figura 8. Notas generales obtenidas de las actividades realizadas en grupo (tareas).

Se puede acceder a las tareas entregadas de cada uno de los grupos en las carpetas creadas en el Google Sites dentro del apartado de Resultados y Entregas (véase [Resultados y entregas en Google Sites](#)). El producto final del proyecto académico, la propuesta diseñada por todos los grupos de Honori Garcia Biotech, puede observarse

en la Figura 9. Este mapa conceptual presenta de forma sintetizada las ideas más importantes trabajadas en el aula y que el alumnado ha tomado como esenciales de cada uno de los trabajos.

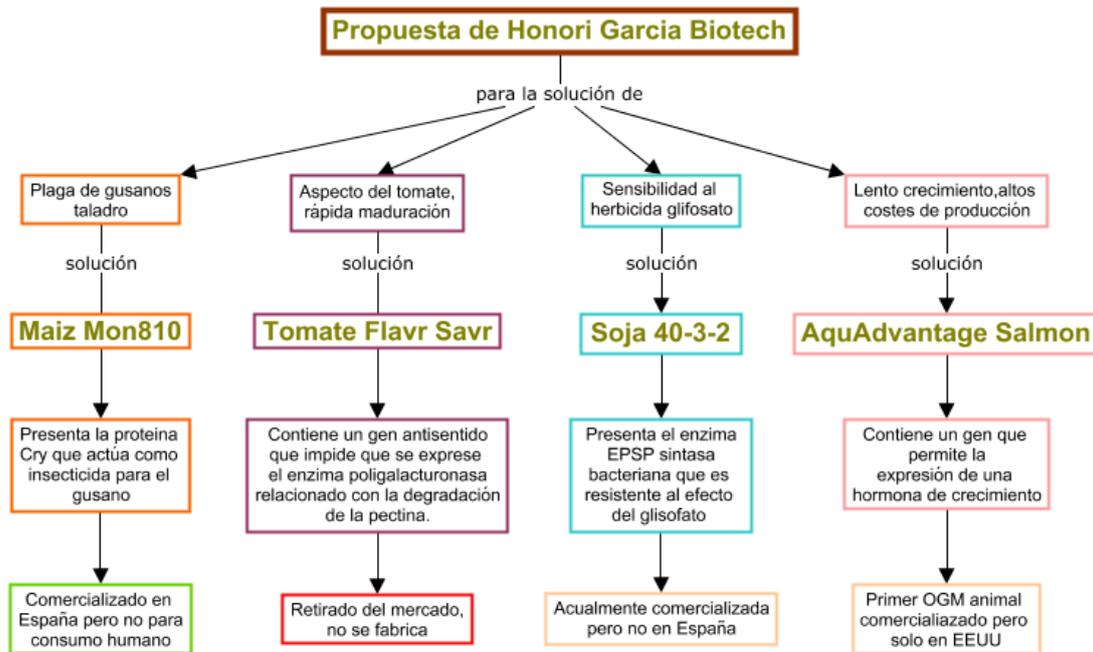


Figura 9. Producto final del proyecto académico. Mapa conceptual de la propuesta de Honori Garcia Biotech.

Por último, la evaluación final realizada de forma individual pero trabajada de forma grupal muestra resultados interesantes. En primer lugar, todo el alumnado aprobó el examen evidenciando que se ha logrado un aprendizaje significativo y formación en el ámbito científico mediante el uso del proyecto TIC-TAC. En segundo lugar, más de un 50% alcanzó notas notables o superiores (Figura 10). En tercer lugar, en comparación a los resultados obtenidos con la evaluación previa (Figura 3), se mostraron diferencias significativas ejemplo de constructivismo e integración, gracias al diálogo y la compartición de información.

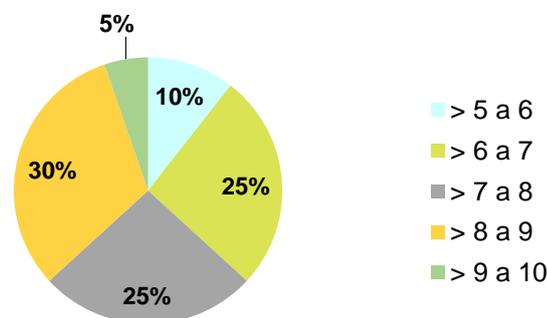


Figura 10. Resultados de la evaluación final organizadas por agrupaciones de notas obtenidas.

Respecto al diario reflexivo y la autoevaluación y coevaluación, aunque se ha seleccionado la información relevante para el actual proyecto, el número de información obtenida es complicado de analizar cuando se tienen en cuenta diferentes parámetros. Por ello, con la finalidad de hacer más accesible la información y concretar las ideas, se ha realizado una codificación y categorización de datos. Este

procesamiento de información permite una transformación de información cualitativa a cuantitativa. El proceso de codificación y categorización hace referencia a la selección de información en unidades de análisis, es decir, información con un significado propio establecido y, simultáneamente, asociar las unidades de análisis en diferentes categorías definidas por una temática concreta. De esta forma es posible organizar la información para realizar un análisis objetivo (Latorre, 2003).

ii. Diario reflexivo

El análisis se ha realizado principalmente teniendo en cuenta la cantidad de alumnos que lo han realizado y la información que han incluido en el mismo. Esta información se ha organizado haciendo uso de códigos y categorías y se han representado mediante un diagrama de barras.

Las preguntas establecidas como guía para la realización del portafolio fueron diseñadas teniendo en cuenta la posterior evaluación del proyecto de investigación-acción. Gracias a esto se ha podido recibir un *feedback* acerca de la metodología utilizada, de cómo se siente el alumno al realizar el trabajo tanto personal como socialmente, así como, qué ha aprendido de la temática tratada. Como en el resto de actividades individuales que se realizan fuera del aula, la participación total es de un 60%, lo que equivale a un número de 13 portafolios (véase Anexo 11.17 Ejemplo de portafolios del alumnado).

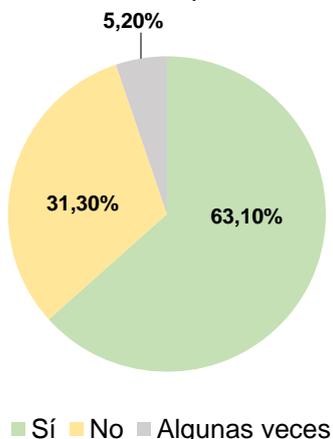
Se han establecido cuatro categorías diferentes en relación al plan de acción implementado en el aula: temática, interacción, relación y metodología. Como se observa en la Figura 11, en cuanto a la temática, la mayoría del alumnado opina que ha sido interesante, organizada, ha desarrollado la capacidad de *hacer ciencia* mediante la utilización de un tema de actualidad y fomentando un aprendizaje científico. También existen opiniones, aunque de forma minoritaria, que indican que la metodología ha sido aburrida debido a su complejidad y necesidad de conocimientos previos en el ámbito de Biología para tratar los contenidos trabajados.

El alumnado manifiesta que ha desarrollado la competencia de aprender a aprender y autonomía gracias a su implicación con el grupo de trabajo y su participación activa en la elaboración del trabajo, siempre teniendo en cuenta sus capacidades y posibilidades. Muchos de ellos relacionan esto con el uso de recursos y herramientas TICs ya que han mejorado a trabajar en grupo y han reducido los problemas de comunicación y de creación de un consenso. Es decir, la mayoría de los estudiantes indica que se ha mejorado la relación entre el resto de los alumnos, indicando que han conocido realmente a sus compañeros en aspectos que hasta el momento no lo habían hecho. Del mismo modo, han indicado que han desarrollado un nuevo tipo de relación con el docente, una relación más directa y sincera donde hay comunicación abierta y libertad para expresar cómo se sienten ya que el docente toma medidas según sus sugerencias. En algunas ocasiones, los alumnos que han mostrado una actitud más pasiva, distante y ausente, anotan que el trabajo en grupos colaborativos no mejora sus relaciones en el aula debido a la falta de confianza del resto de compañeros en ellos y a la ausencia de implicación e integración en el grupo por su parte.

El último aspecto, la metodología de trabajo, parte del alumnado indica que ha encontrado dificultad, encontrándose desubicado en el proyecto por su inexperiencia en este tipo de metodología, la cual le ha impedido aprovechar todo el tiempo en el aula. Este último punto se ha visto acentuado en aquellos grupos donde el rendimiento ha sido más bajo, los cuales han requerido el uso de tiempo extra fuera del aula para finalizar las entregas de las tareas. Aunque la opinión generalizada reitera que esta

nueva metodología de trabajo permite entender mejor la materia respecto a la forma tradicional de trabajo donde el docente lideraba el proceso E-A, también, apuntando que el sistema de evaluación utilizado es muy útil ya que es más objetivo y les permite sintetizar la información y adaptar el trabajo a las necesidades. Por todo ello, justifican que el cambio ha sido agradable, que ha habido una gran progreso y cambio en el ambiente de clase, pero que existe un margen de mejora que podría salvarse con una mayor experiencia y tiempo de práctica.

A. Realización del portafolio



B. Categorización de datos del portafolio reflexivo

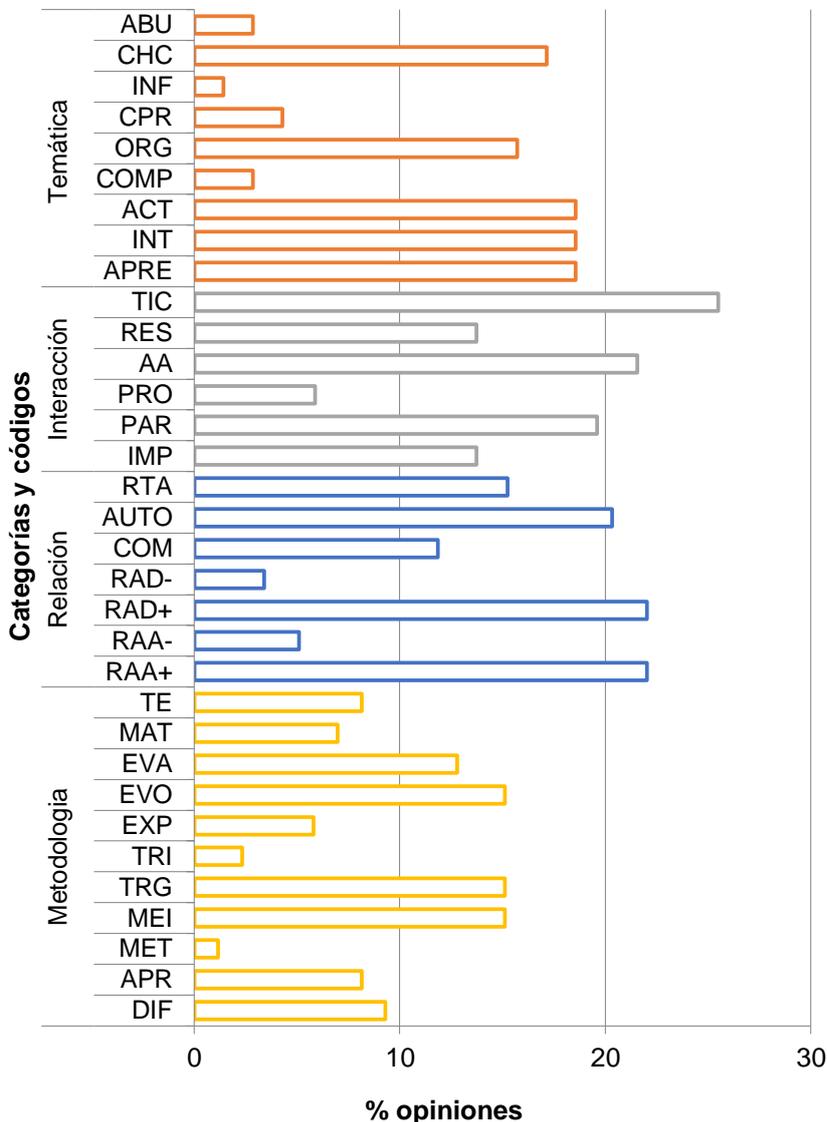


Figura 11. Realización del portafolio y categorización de datos. A. Realización del portafolio. B. Categorización de datos, se muestran las categorías establecidas junto a los códigos creados (ABU, Aburrimiento; CHC, Capacidad de *hacer ciencia*; INF, Cantidad de información; CPR, Conocimientos previos; ORG, Organización; COMP, complejidad; ACT, actualidad; INT, Interés; APRE, aprendizaje; TIC, Nuevas tecnologías; RES, Responsabilidad; AA, aprender a aprender; PRO, Problemas de comunicación; PAR, Participación elevada; IMP, implicación; RTA, Relación temática alumno; AUTO, autonomía; COM, compañerismo; RAD-, Igual relación alumno-docente; RAD+, Mejora relación alumno-docente; RAA-, Igual relación alumno-alumno; RAA+, mejora relación alumno-alumno; TE, tiempo extra; MAT, Material; EVA, sistema de evaluación; EVO, evolución y mejora durante el proyecto; EXP, experiencia previa; TRI, trabajo individual; TRG, trabajo grupal; MEI, metodología innovadora; MET, metodología tradicional; APR, aprovechamiento en el aula; DIF, dificultad).

iii. Autoevaluación y evaluación entre iguales

La codificación y categorización de los datos de cada uno de los miembros del grupo y posteriormente su contraste entre los diferentes grupos ha permitido ratificar las diferencias observadas por los docentes de forma externa, como muestra la Figura 12. Los grupos que han funcionado mejor, relacionados con notas en las tareas más elevadas, indican puntuaciones más elevadas y favorables en los diferentes ítems, en su autoevaluación y en las evaluaciones de los compañeros. La implementación del proyecto TIC-TAC ha permitido conseguir un resultado positivo y desarrollar capacidades de mediación y empatía y autonomía para la resolución de problemas sin la necesidad de la posición del docente. Sin embargo, en los grupos donde ha habido ciertos problemas de coordinación y organización los resultados muestran que ha habido problemas de integración de todos los miembros del grupo de trabajo, así como, falta de espíritu emprendedor que permita planificar el trabajo y obtener buenos resultados. Pero, en cuanto a la asistencia, compañerismos y capacidad de resolución de problemas la mayoría de los alumnos coinciden que se ha conseguido alcanzar de forma generalizada.

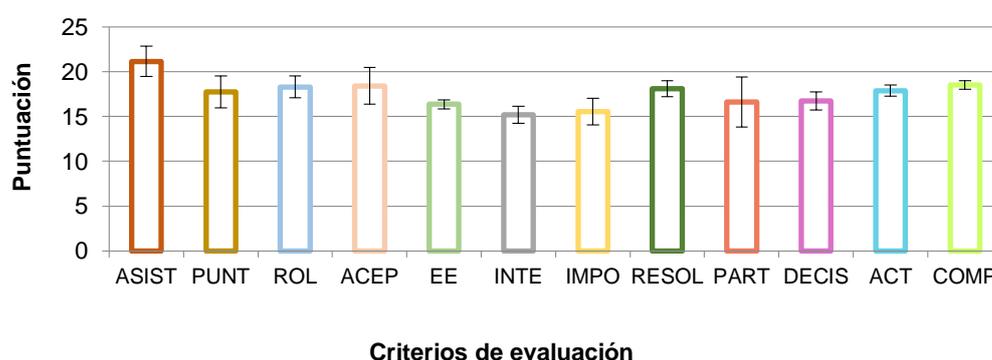


Figura 12. Resultados de la autoevaluación y evaluación entre iguales. (ASIST, Asistencia; PUNT, Puntualidad; ROL, Asunción del rol de trabajo; ACEP, Aceptar respuestas; EE, Espíritu emprendedor; INTE, Integración de compañeros, IMPO, Implicación; RESOL, Resolución de problemas; PART, Participación; DECIS, Toma de decisiones; ACT, Actitud positiva y trabajadora; COMP, Compromiso).

Para acabar este bloque de producciones del alumnado es interesante comentar las notas finales que ha obtenido el alumnado y en que rangos se encuentran, ya que permite obtener una visión general del proceso de acción y un ejemplo cómo se ha adquirido una nueva perspectiva sobre la ciencia y la utilidad del proyecto TIC-TAC. Como muestra la Figura 13, no existe ningún alumno suspendido y más del 50% del alumno presenta una nota entre notable y excelente.

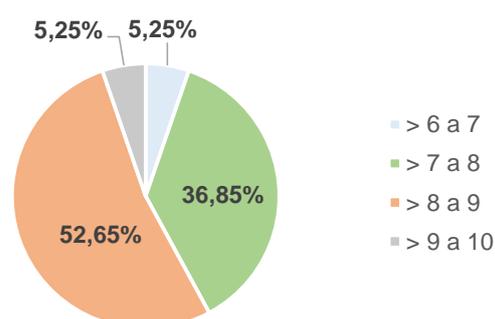


Figura 13. Distribución de las notas finales del alumnado en el grupo clase.

6.3.3 Técnicas de conversación

i. Conversaciones con el alumnado

Mediante la realización de un seguimiento diario con los alumnos tras cada sesión hace posible adaptar las siguientes sesiones según las aportaciones que el alumnado haya realizado. En esta línea se consiguió conocer que requerimientos tenían los alumnos en cuanto a la organización del tiempo de trabajo, la necesidad de mayor ayuda por parte del docente como guía y facilitar material académico que les sirviese como base para su trabajo. La repuesta de la clase frente a una postura flexible del docente es valorada de forma positiva ya que sienten que tienen voz y voto.

Por la parte del docente hacia el alumnado este utilizaba las mismas para hacer recordatorios, indicar que puntos debían trabajar más, explicar que problemas había observado para mejorarlos, realizar un esquema de ideas para centrar el trabajo que se está realizando. Y, sobre todo, motivar al alumnado a que siguiese trabajando ya que los resultados estaban apareciendo, sin olvidar que el docente tenía amplia disponibilidad para ayudar siempre y cuando fuese necesario. En estas conversaciones también intervino el docente-tutor para dar su opinión y felicitar a los alumnos por su trabajo y dedicación.

En cuanto al desarrollo de esta parte, existe una transformación, posiblemente correlacionada con la mejora del ambiente en el aula o con la integración y entendimiento del proyecto. En las primeras sesiones la participación era escasa pero con el paso de las sesiones el número de aportaciones de utilidad aumentó. No obstante, cabe decir que no todo el alumnado participaba, pero esta información se veía complementada con la del diario reflexivo donde el alumnado era más sincero posiblemente ya que no sentía la misma presión.

ii. Cuestionario del docente-tutor

El docente-tutor constituye la tercera fuente de información en la triangulación ya que este estuvo presente en todas las sesiones durante la implementación del proyecto, estando informado de los resultados de las actividades del alumnado. Además, igual que el alumnado, este podía acceder a toda la información relacionada con el proyecto presente en el Google Sites. Las principales conclusiones que se han extraído de los cuestionarios realizados tras cada entrega de tareas fueron las siguientes (véase *Anexo 11.18* Ejemplo de cuestionario del docente-tutor):

- Las guías de trabajo son necesarias para el correcto funcionamiento de las sesiones y consecución de los objetivos planteados, garantizando que este no pierda el interés y adquiriera los conocimientos planteados.
- Importancia de demostrar interés por el alumnado y estar disponible para sus alumnos siempre que sea necesario ya que les permite sentirse valorados.
- Consultar con el alumnado previamente a la toma de decisiones mediante en busca del consenso de todo el grupo clase.
- Cuanto mayor práctica y experiencia muestran los alumnos en el trabajo por proyectos colaborativos mejores son los resultados que estos obtienen, mejorando el funcionamiento de los grupos de trabajo y la asunción de responsabilidades.
- Requiere gran esfuerzo por parte del docente la preparación de las clases y la necesidad de reflexionar sobre ellas y la de los alumnos para obtener conclusiones de las mismas que permitan seguir mejorando la práctica docente y el proceso E-A.

7. Reflexión

La reflexión es la última fase antes de concluir el ciclo de investigación-acción (Figura 1) y en la que se realiza una práctica reflexiva acerca de la información obtenida de la recogida de información durante la implementación del plan de acción, con el objetivo de interpretarla y contrastarla en base a los indicadores planteados (véase *Apartado 6.1 Indicadores*) y conocer el grado de consecución de los objetivos del proyecto descritos inicialmente (véase *Apartado 4. Objetivos*).

En relación con los resultados mostrados en el apartado anterior, a continuación se reflexiona sobre estos para cada uno de los indicadores:

1. Actitud e interés del alumnado

En cuanto a la actitud e interés pueden destacarse tres aspectos interesantes. El primero en relación a la diferencia de trabajo grupal en el aula y trabajo individual fuera del aula. El segundo en referencia al cambio o evolución del alumnado desde el inicio del proyecto hasta la finalización del mismo. El tercero respecto a la importancia de la toma de decisiones teniendo en cuenta a todo el grupo-clase.

La principal causa por la que existen diferencias de participación entre el trabajo dentro del aula con el realizado fuera de la misma se encuentra relacionado con la falta de correctos hábitos de trabajo y la baja dedicación que se dedica a una materia *optativa*. Por otra parte, también existe la posibilidad de que el alumnado prefiera trabajar en el aula ya que se sigue una metodología más dinámica que implica trabajar en grupos donde cada uno de ellos tiene unas responsabilidades definidas. A esto cabe incluir que un 65% del alumnado pertenece al ámbito social y que la ciencia no les resulta de gran interés. Sin embargo, exponen que finalmente ha sido asequible y accesible la ciencia independientemente de la formación especializada en otros campos. Es un indicativo de que la ciencia es de todos y cualquiera puede realizar ciencia.

El desarrollo de una correcta actitud de trabajo durante el progreso del proyecto académico, aunque no se vea plasmado directamente con un aumento de la nota numérica, se debe a una mejora en la forma de trabajo, en la calidad de los trabajos entregados, en la participación durante la consecución de las clases, la organización y planificación de cada una de las tareas y, sobretodo, en aquellos casos donde parte de los alumnos han mostrado un gran interés y han tratado información adicional a la necesaria. La participación se ha observado tanto dentro de cada grupo de trabajo pero también en las conversaciones grupales que se han realizado con el grupo clase.

Introducir al alumno en el proceso de E-A y hacerle participe en la toma de decisiones les hace adquirir una nueva mentalidad asociada al compromiso de sus selecciones según sus intereses. Esto se ha visto reflejado en los resultados de la evaluación final respecto a la evaluación inicial, lo cual es indicativo de un mayor conocimiento acerca del ámbito estudiado y que la introducción de un proyecto TIC-TAC permiten aprender de forma más significativa y mejorar las competencias que estos presentan.

2. Relación entre los alumnos

Desde las tres perspectivas diferentes a partir de las que se ha analizado la relación entre los alumnos concluyen que ha habido una mejora generalizada. Ha habido alumnos, o más concretamente grupos de trabajo, que han conseguido trabajar tomando como base el compañerismo y la integración del alumnado, donde todos eran igual de importantes, necesarios y aptos. No obstante, en otros casos, minoritarios, ha habido alumnos que no han sido capaces de lograr conectar con el resto de alumnos

quizá porque se han aislado mostrando una conducta más pasiva por falta de interés, en la materia o de forma general, o por la presencia de alumnos en el grupo que han liderado la actividad. También podría tratarse a una combinación de ambas situaciones, lo cual puede verse relacionado con una clara falta de confianza y mentalidad donde lo importante es obtener un buen resultado numérico.

Fomentar la relación entre los alumnos no solo con los trabajos, es decir desde otra perspectiva, es realmente importante. Hay evidencias que muestran que compartir información en el aula mediante la información encontrada en las noticias y tener acceso en el Google Sites al trabajo del resto de compañeros ayuda a que mejorar al grupo clase. Podría afirmarse que se han mejorado los vínculos entre el alumnado, fortaleciéndose los que ya existían y creándose de nuevos gracias a la ciencia. Es decir el proyecto TIC-TAC tomando de base un proyecto en esencia científico permite educación de las diferentes inteligencias, sobretodo la intrapersonal e interpersonal.

3. Asunción de responsabilidad

El trabajo en grupos colaborativos requiere de la asunción de responsabilidades e integración de todos los miembros del grupo para la consecución de los objetivos. Pero, esta idea fue complicada de transmitir al alumnado debido a su inexperiencia en trabajos en grupo siendo consciente que trabajaban en grupo. Es decir, durante su educación en algunas ocasiones han realizado trabajos en grupo pero no trabajaban como grupo, trabajan de forma independiente, sin conocer que hacía el resto de compañeros, y entregaban un trabajo formado por pequeños trabajos. Por ello ha sido difícil interiorizar la forma exacta de trabajo y cambiar el concepto de trabajo en grupo que estos muestran, probablemente con un mayor tiempo de experiencia e implementación de prácticas colaborativas pueden mostrarse grandes resultados.

Durante el proyecto se intentó trabajar la importancia que reside el trabajar en grupo y mostrar una responsabilidad. Sin embargo, siendo conscientes de la situación de partida, se ha observado un progreso y una mejora. No solo los docentes lo han observado durante la implementación del plan de acción, sino que el alumnado lo ha evidenciado en sus diarios reflexivos, anotando la importancia que tiene trabajar siendo consciente de tus responsabilidades sin dejar olvidado el funcionamiento del grupo y la consecución de objetivos de forma conjunta. Las tareas son un ejemplo idóneo del resultado del trabajo grupal y tienen buenos resultados, además de que siempre se han cumplido los plazos de entrega.

Es importante destacar que el alumnado es sincero sobre su práctica y la del resto de los compañeros. Tal y como se ha visto en la autoevaluación y coevaluación, los alumnos han mostrado como se han visto a ellos mismos en el trabajo y a sus compañeros. Podría ser interesante incluir una sesión en la que se sincerasen entre ellos mismos, desde el respeto, con el resto de los estudiantes y transmitieran sus sensaciones y opiniones para mejorar como grupo de trabajo.

4. Conocimiento de los intereses del alumnado por parte del docente

Implementar prácticas en el aula a partir de las cuales se puede obtener información sobre el alumnado es una muy buena decisión. Puede ser complicado y puede verse íntimamente relacionado con la autoeficacia del docente. Pero es muy importante mostrar que es posible hacerlo y es necesario para optimizar el proceso instruccional, para gestionar el aula y para implicar al estudiante en el proceso de aprendizaje. Requiere un gran trabajo por parte del docente ya que debe ser capaz de plantear actividades, gestionarlas y posteriormente, obtener información sobre ella para finalmente aplicarla cuando y donde sea necesario. También puede encontrarse

relacionado con el tipo de relación que exista entre el docente y el alumnado, si esta es forzada es más complicado permeabilizarla para que haya bidireccionalidad entre ambos. En el aula se observó una mezcla de estos dos aspectos ya que se retroalimentaban entre sí, pero se han conseguido mejorar gracias al plan de acción implementando.

A partir del trabajo realizado por el alumnado, concretamente con la búsqueda de noticias y/o artículos, se ha encontrado una fuente interesante de conocimiento sobre las inquietudes de los jóvenes. Según el tipo de selección de información que han realizado y en que ámbito la han centrado permite conocer cuáles son los campos que les interesan.

Aunque la mayor parte de noticias fueron seleccionadas para su posterior uso en el trabajo, se podía observar una heterogeneidad de temas (véase [Bibliografía en Google Sites](#)). A destacar entre ellos dos categorías:

- Sector biomédico de la ingeniería genética, producción de OGM a nivel de microbiología, como por ejemplo, cómo pueden producirse proteínas recombinantes en microorganismos, cómo pueden producirse fármacos o biofármacos.
- Implicaciones en el sector agrario, para la creación de nuevas variedades de plantas o en la biofertilización.

Las conversaciones realizadas al finalizar todas las sesiones y los portafolios son una gran fuente de información ya que el alumno se siente libre para expresar su opinión y sensaciones. Durante las primeras se favorece la creación de una relación más fuerte entre el docente y el alumnado y, además, permiten que los alumnos desconecten por un momento de sus preocupaciones, sin dejar de lado el trabajo que estaban realizando, y sean sinceros con el docente. El portafolio reflexivo, por su parte, es más rico en información ya que el alumnado no siente la presión del grupo para mostrar sus pensamientos, tiene un mayor tiempo para elaborarlo y tiene una guía de preguntas en las que fijarse para su elaboración.

Es decir, el *feedback* del alumnado se puede obtener, y no siempre a partir de las reflexiones, pero debe de saberse como transformar esta información en datos útiles para la redirección de las sesiones y temas a tratar. La gestión de la información es un punto muy importante en el ciclo de investigación-acción y depende del docente aprender a hacerlo para obtener el máximo potencial de los datos que observa y recoge.

5. Relación distendida en el grupo-clase

El ambiente de clase se encuentra regulado por diferentes factores comentados durante el trabajo y, a su vez, este tiene influencia sobre el proceso de E-A. Desde la situación del docente en prácticas, se ha observado que mostrar una postura flexible frente a la metodología de trabajo y la capacidad de ofrecer adaptaciones y modificaciones a las sesiones es muy importante porque así es posible regular factores externos que puedan afectar al aprendizaje de forma negativa y reducirlos gracias a las opiniones y sugerencias del alumnado. El uso de TICs ha sido ventajoso en este sentido ya que las comunicaciones han sido más rápidas y directas siempre que ha sido necesario mediante correos con el docente o el uso de Google Sites para consultar cualquier tipo de información.

Ofrecer ayuda como docente y mostrar predisposición a ayudar al alumnado siempre y cuando lo necesite crea un ámbito de trabajo óptimo que tiene como respuesta un aumento en la interacción entre el docente y los alumnos. Por su parte, la evaluación

también es un factor importante valorado por el alumnado. La utilización de rúbrica hace más objetiva e igualitaria la evaluación y facilita la tarea al docente y al alumno a la hora de elaborar el material. Los alumnos valoran positivamente el *feedback* que ofrece el docente tras cada tarea que permite mejorar su práctica, aprender de sus errores y mejorar sus prácticas y la de sus compañeros a tener acceso a las correcciones de todos los grupos.

Como resultado, el uso de un proyecto TIT-TAC que incluye una evaluación formativa enriquece y favorece la creación de un ambiente de trabajo y socialización básicos para el aprendizaje científico.

Así, respecto a los objetivos planteados se puede evaluar el impacto de la implementación según la relevancia de las evidencias y afirmar las siguientes mejoras en el aula:

- Ha aumentado el interés y motivación del alumnado por estudiar y aprender a *hacer ciencia* para la mejora de su formación y adquisición de cultura científica.
- La implementación de un proyecto TIC-TAC ofrece una educación científica y en valores que fomenta el desarrollo de diferentes competencias.
- El trabajo mediante grupos colaborativos estimula actitudes activas en los alumnos e interacción e integración de los miembros con características personales y académicas diferentes.
- La inclusión del alumno en el proceso E-A, desde la regulación del aprendizaje hasta la evaluación, facilita la autonomía y asunción de responsabilidades por parte del alumnado.
- La adaptación de recursos dominados por los alumnos al contenido curricular y funcionamiento del aprendizaje en el aula, como son las TICs, aumenta la implicación del alumnado, su interés y motivación.
- El uso de prácticas reflexivas, por parte del docente y del alumno, influye en el ambiente de clase ya que mejora la comunicación e intercambio de información entre los pilares del proceso E-A.
- El ABPC hace posible estudiar la ciencia desde una perspectiva más personal que integra factores académicos y sociales que dan lugar a un aprendizaje fundamentado, demostrando que la ciencia es accesible independientemente de la formación profesional.
- El uso de la metodología investigación-acción produce un aumento en la autoeficacia del docente. Y la gestión de la información recogida tiene un gran potencial en la mejora de la práctica docente y el progreso durante las sesiones.

En conclusión, se puede afirmar que los objetivos principales del proyecto de innovación se han conseguido. Los alumnos han sido capaces de trabajar de una forma alternativa a la tradicional y conocer como ellos pueden regular su aprendizaje para mejorar su formación personal y científica haciendo uso de las nuevas tecnologías e interaccionado información con su entorno.

Con esta última fase de reflexión se cierra el primer ciclo de investigación-acción y con él se obtienen conclusiones que permiten teorizar nuestra práctica y, también, abre nuevas puertas de estudio. Durante su realización se han observado nuevas áreas de mejora que deberían estudiarse con nuevos ciclos de investigación-acción específicos. Algunos de los nuevos problemas observados influyen de forma directa sobre los que se han tratado en este primer ciclo y otros independientes, pero igualmente importantes.

8. Propuestas de mejora

Durante el desarrollo del ciclo de investigación-acción se han implementado diferentes prácticas innovadoras en el aula sobre las que no se tenía precedentes en el centro educativo. Por ello se han observado aspectos que sería importante tener en cuenta para futuras implementaciones y que deberían mejorarse para hacer de este tipo de proyecto actividades más atractivas para el alumnado y más provechosas.

Algunos de los aspectos que se van a incluir a continuación tienen relación directa con la práctica realizada en este proyecto y otros no investigados hasta el momento que deberían estudiarse y tenerse en cuenta en un futuro para mejorar el proceso E-A:

- **Diagnóstico del problema.**

Frente un área problema detectada sería conveniente tener el máximo número de evidencias que ratifiquen su presencia y permitan un mejor diagnóstico, es por ello que en el caso de los problemas de interacción en el aula, hubiese sido conveniente tener en cuenta como fuente de diagnóstico al alumnado. Podría realizarse mediante una encuesta o un cuestionario que constase preguntas con ítems de interés relacionados con el problema.

- **Plantear otras posibles soluciones.**

Sería conveniente elaborar diferentes hipótesis de acción, y en su efecto diferentes planes de acción, para tener una alternativa por si los resultados esperados tras la implementación no han sido los esperados o ha surgido algún problema.

- **Falta de experiencia por el alumnado.**

Uno de los problemas que se ha observado ha sido la inexperiencia del alumnado. Nunca antes habían trabajado mediante proyectos TIC-TAC, pero sí en grupo. Sin embargo, desconocían cómo se trabaja correctamente en grupo. Como propuesta a largo plazo, se plantearía al centro que introdujese estas metodologías de trabajo desde los primeros curso de secundaria con la finalidad de mejorar el trabajo colaborativo, incluso podría trabajarse en un ámbito interdisciplinar con otras materias.

- **Correcta formación de docentes y trabajo de la autoeficacia.**

Deberían introducirse cursos, tal vez de reciclaje, que mostrasen al docente como puede abarcar diferentes situaciones presentes en el aula y que le ofrezcan la seguridad y capacidad suficiente para alcanzar las metas que se proponga. Este aspecto tiene gran relación en la formación de expertos de una disciplina en educación pedagógica y con la actualización de la educación presente en los centros a la actualidad.

- **Aumentar el tiempo del proyecto y el número de alumnos.**

Para una mejor consecución y funcionamiento del proyecto debería realizarse una temporalización que contemplase un número de sesiones sin ninguna planificación. Es probable, y lógico, que el plan de acción no salga de la forma esperada ya que no se puede predecir cómo responderá el alumnado frente a las innovaciones introducidas. En relación a este punto, también debería contemplarse la idea aumentar el tiempo de implementación para poder obtener resultados más objetivos y reales que no se vean afectados por el factor de inexperiencia de los estudiantes. Por eso también sería interesante incluir un mayor número de aulas o centros a la experiencia para poder corroborar los resultados.

- **Incluir encuestas de evaluación del profesor.**

Para ayudar al docente en su práctica reflexiva sería interesante incluir un cuestionario de evaluación que permita al alumnado mostrar su opinión sobre el docente. Aunque el alumnado tiene la opción de mostrar su opinión mediante las conversaciones o los diarios reflexivos muchas veces dejan el aspecto del docente de lado. El uso de encuestas a diferentes tiempos dentro del proyecto puede permitir mejorar al docente y adaptar su práctica a las necesidades.

- **Conocer el estado del material.**

Es necesario realizar un control de todo el material y conocer si presenta un correcto funcionamiento. En caso contrario, debería tenerse un plan B por si existe un problema. Tal vez, es el precio que se tiene que pagar por utilizar *nuevas tecnologías* en el aula.

- **Búsqueda de soluciones para mejorar la confianza.**

La ausencia de confianza en sí mismos y con el resto de compañeros es un problema que debería trabajarse ya que dificulta el trabajo en grupo y también la comunicación en público. Una posible solución sería buscar actividades que trabajasen dichos aspectos de forma interdisciplinar combinados con los contenidos curriculares.

- **Potenciar la educación fuera del aula.**

La ciencia como aspecto social y divulgativo puede aprenderse fuera del aula y puede ser enseñada por gente externa al centro. Introducir nuevos elementos, personas o recursos al proceso E-A hace que este sea más atractivo. Concretamente, en la localidad existe una asociación de divulgación científica ([ADC 100cia](#)) que cuenta con exalumnos del centro, que intentan acercar la ciencia a la sociedad desde una perspectiva creativa y diferente. Utilizar estos recursos extraescolares para llevar a cabo experiencias fuera del aula también puede enriquecer su formación fuera del aula y con un mayor número de gente.

9. Conclusiones y valoración personal

De forma generalizada puede afirmarse que la educación se encuentra en crisis, no ha habido una evolución de forma paralela a la que ha realizado la sociedad. La enseñanza presenta cierto olor a naftalina, algunos de los profesores educan para una sociedad que no existe y donde, como consecuencia, el interés por aprender cae de forma exponencial. Es necesario formar futuros ciudadanos completos, capaces de integrar su aprendizaje teórico en su *día a día*, e integrar un cambio de paradigma en el sistema educativo, desde los centros educativos hasta el alumnado, sin dejar de lado a los docentes. El cambio debe iniciarse en algún punto y qué mejor que sea ahora.

El ámbito científico en la mayoría de los centros educativos no es mostrado en su completa realidad y como consecuencia el interés por el mismo es cada vez menor. Por ello es realmente importante llevar la ciencia al aula en su totalidad, mostrar que es accesible, importante y necesaria para el avance de la sociedad. Para llevar a cabo una correcta educación científica se requiere de un proceso de culturización social que conduzca a los estudiantes más allá de las fronteras de su propia experiencia a fin de familiarizarse con nuevos sistemas de explicación, nuevas formas de lenguaje y nuevos estilos de desarrollo de conocimientos. Es decir, la educación es el proceso

que aspira a preparar las nuevas generaciones para reemplazar las adultas en un mundo cada vez más sofisticado y más comunicado.

De este modo, es necesario hacer uso de una metodología de trabajo alejada de la tradicional, una que permita hacer posible el aprendizaje científico aunque sea complicado. Mediante el uso de un proyecto TIC-TAC, donde el docente, cumpliendo su rol de guía, de mediador y facilitador del proceso E-A debe fomentar la adquisición del conocimiento científico como producto de un proceso de construcción social. En consecuencia, no debe enseñar la ciencia desde una perspectiva teórica, debe enseñar a *hacer ciencia* desde el aula y a entender la misma a través de la información presente en los entornos virtuales. No obstante, esto tampoco es tarea fácil, el docente requiere de una elevada autoeficacia para llevar a cabo este tipo de prácticas, investigando sobre su práctica y realizando prácticas reflexivas, de lo contrario su implementación y resultados no conseguirán los resultados esperados.

En el presente proyecto ha sido posible mostrar las ventajas de un proyecto TIC-TAC dentro de una materia como Cultura Científica, que tiene como objetivo formar estudiantes conocedores de los aspectos científicos más relevantes, como pueden solucionarse problemas presentes en el aula y que afectan al proceso de E-A. Concretamente, ha hecho posible mostrar una nueva perspectiva sobre el ámbito científico de la mano de un ambiente colaborativo en el aula que ha permitido la mejora de las relaciones dentro del grupo-clase, la alfabetización científica y herramientas suficientes para sobrevivir en el mundo cambiante y dinámico con el que se encontrarán cuando terminen su educación formal. Por lo que la hipótesis de partida se ha conseguido, y sería posible teorizar nuestra práctica afirmando que el uso de proyectos TIC-TAC en materias del ámbito científico permite un aprendizaje más real y completo de la ciencia gracias a la simulación de prácticas científicas en la misma.

Personalmente, podría declarar que es totalmente gratificante y sorprendente el potencial y capacidad de superación que puede tener el alumnado, sobre todo cuando trabaja en condiciones óptimas. Ha sido una experiencia increíble que me ha hecho crecer en primer lugar como futura docente, pero especialmente como persona.

Para finalizar, aunque la materia de Cultura Científica se trata de una asignatura optativa, opino que es un elemento de gran importancia en la formación académica y que debería darse la importancia que merece. Porque tratar una materia como optativa, además de presentar solo dos horas semanales, implica un reducido esfuerzo por parte del alumnado y del docente y, con ello, un reducido aprendizaje.

Ofrecer una formación completa, no basada simplemente en conocer los principales autores de obras literarias, acontecimientos relevantes durante la historia o la capital de Moldavia, que trate el ámbito científico, y en general la ciencia, de forma relevante, permitiría un cambio de mentalidad en los estudiantes y, en un futuro próximo, en la sociedad, conociendo la importancia que tiene *hacer ciencia*. Tal vez se encuentre aquí el punto de inflexión, en el que España empieza a ser reconocida por la calidad de sus científicas/os e investigaciones.

10. Bibliografía y webgrafía

- ACOSTA, R., y RIVEROS, V. (2012). Las tecnologías de la información y comunicación como mediadoras en el aprendizaje de la biología. Algunas consideraciones. *Omnia*, 18 (1), 25-44.
- BADIA, A. (2006). Enseñanza y aprendizaje con TIC en la educación superior. Presentación. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 3 (2), 1-3.
- BADIA, A. y GARCÍA, C. (2006). Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 3 (2), 42-54.
- BARKLEY, E. F., CROSS, K. P. y HOWELL, C. (2007). *Técnicas de aprendizaje colaborativo*. Madrid: Morata.
- BERTOGLIA, L. (2008). La interacción profesor-alumno. Una visión desde los procesos atribucionales. *Psicoperspectivas. Individuo y Sociedad*, 4 (1), 57-73.
- COLL, C. (1984). Estructura grupal, interacción entre alumnos y aprendizaje escolar. *Infancia y aprendizaje*, 7 (27), 119-138.
- COLL, C., MAURI, T. y ONRUBIA, J. (2006). Análisis y resolución de casos-problema mediante el aprendizaje colaborativo. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 3 (2), 29-41.
- COLL, C. y SÁNCHEZ, E. (2008). Presentación. El análisis de la interacción alumno-profesor: líneas de investigación. *Revista de educación*, 346, 15-32.
- COSCE (2011). Informe Enciende: enseñanza de las ciencias en la didáctica escolar para edades tempranas en España. Madrid: Rubes Editorial.
- DECRETO 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunitat Valenciana (DOCV núm. 7544, 10 de junio de 2015, pp. 17437-18582). Recuperado de http://www.docv.gva.es/datos/2015/06/10/pdf/2015_5410.pdf (04/07/2016)
- ENGUITA, M., GAETE, J. M. y TERRÉN, E. (2008). ¿Fronteras en las aulas?: Contacto transcultural y endogamia en las interacciones del alumnado. *Revista de educación*, 345, 157-181.
- GARCÍA, M., SEGOVIA, Y. y SEMPERE, J. M. (2013). Aprendizaje basado en problemas en Biología Celular: una forma de explorar la ciencia. *Revista de Educación en Biología*, 16 (2), 67-77.
- GIL, D., MACEDO, B., MARTÍNEZ, J., SIFREDO, C., VALDÉS, P. y VILCHES, A. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?. Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago: OREALC/UNESCO.
- GRANADOS, J. M. (2011). Interacciones personales entre docentes y estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Actualidades investigativas en educación*, 5 (2), 1-19.
- HANNAFIN, M., LAND, S. y OLIVER, K. (2000). *Entornos de aprendizaje abiertos: fundamentos, métodos y modelos*. En Reigeluth, Ch. (ed.). *Diseño de la instrucción. Teorías y modelos* (pp. 125-152). Madrid: Santillana Aula XXI.
- HERRERA, E. y SÁNCHEZ, I. (2015). Unidad didáctica para abordar el concepto de célula desde la resolución de problemas por investigación. *Paradigma*, 30 (1), 63-85.
- HINOJOSA, J. y SANMARTÍ, N. (2011). Resolver problemas colaborativamente de forma virtual. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 67, 103-108.
- KLEIN, J.I., TAVERAS, S., KING, S.H., COMMITANTE, A., CURTIS-BEY, L. y STRIPLING, B. (2009). Project-Based learning: Inspiring middle school students to engage in deep and active learning. *Division of Teaching and Learning Office of Curriculum, Standards, and Academic Engagement* (pp. 7-54). New York City Department of Education.

- LATORRE, A. (2003). *La investigación-acción: conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona: Graó.
- LOZANO, O. (2012). *La ciencia recreativa como herramienta para motivar y mejorar la adquisición de competencias argumentativas* (Tesis Doctoral). Universitat de València, Valencia.
- MALDONADO, M. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior. *Laurus*, 14 (28), 158-180.
- MARQUÉS, M. y FERRÁNDEZ, R. (2011). *Investigación práctica en educación: investigación-acción*. XVII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. Sevilla.
- MULLER, C. (2001). The Role of Caring in the Teacher-Student Relationship for At-Risk Students. *Sociological Inquiry*, 71 (2), 241-255.
- NOONAN, B. y DUNCAN, C. R. (2005). Peer and self-assessment in high schools. *Practical assessment, research and evaluation*, 10 (17), 1-8.
- ORDEN ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato (BOE núm. 25, de 29 de enero de 2015, pp. 6986-7003). Recuperado de http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-738 (04/07/2016)
- REAL DECRETO 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. (BOE núm. 3, 3 de enero de 2015, pp. 169-546). Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf> (04/07/2016)
- ROBLES, A., SOLBES, J., CANTÓ, J. R. y LOZANO, Ó. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 361-376.
- SALVADOR, A. M. (2015). *Enseñanza de la Biología y la Geología a través del aprendizaje basado en problemas* (Trabajo Final de Máster). Universidad de Valladolid, Valladolid.
- SANMARTÍ, N. (1996). Para aprender ciencias hace falta aprender a hablar sobre las experiencias y sobre las ideas. *Textos de didáctica de la lengua y la literatura*, 8, 27-39.
- SOLBES, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias?. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17 (67), 53-61.
- SOLBES, J., MONTSERRAT, R. y FURIÓ, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 91-117.
- SPILT, J., KOOMEN, H. y THUIS, J. (2011). Teacher wellbeing: The importance of teacher–student relationships. *Educational Psychology Review*, 23 (4), 457-477.
- TOLOSA, M. C. y GARCÍA, J. R. (2011). “Google sites” como herramienta educativa. IX Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria: Diseño de buenas prácticas docentes en el contexto actual. Alicante.
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5 (3), 274-292.

11. Anexos

Anexo 11.1 Evaluación Previa

Enlace al cuestionario *online* relativo a la evaluación previa del alumnado.

[Cuestionario Evaluación previa](#)

Anexo 11.2 Características de la Unidad didáctica: Objetivos, Competencias y Contenidos

- **Objetivos**

Tabla 4. Objetivos generales del proyecto académico.

O1	Diseñar una propuesta argumentada en equipo en la que se analicen las posibles soluciones a una problemática de actualidad y se tomen decisiones argumentadas para desarrollar la más adecuada en base a unos requisitos.
O2	Aportar y argumentar ideas y opiniones propias del equipo de trabajo, valorando y adoptando las aportaciones de los compañeros.
O3	Valorar las ventajas e inconvenientes de las respuestas al problema y su impacto social, siendo capaz de analizar las soluciones a las problemáticas y de qué forma aportarían un beneficio colectivo.
O4	Estudiar e interpretar los problemas y necesidades de la población y realizar una propuesta que incluya todos los detalles del producto y tenga en cuenta las exigencias derivadas de sus necesidades.
O5	Comprender y usar adecuadamente el vocabulario especializado en el ámbito de la genética y la bioética.
O6	Identificar las técnicas moleculares y genéticas empleadas en el proceso de producción de organismos transgénicos.
O7	Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.
O8	Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones mediáticas derivadas de la ética en el ámbito científico.
O9	Despertar actitudes y desarrollar interés por el conocimiento científico y su aplicación en la sociedad.
O10	Promover el trabajo colaborativo y la participación activa en el aula.
O11	Evaluar y reflexionar el método de aprendizaje, los conocimientos y el trabajo realizado de forma autónoma y grupal.

- **Competencias**

Tabla 5. Competencias básicas del proyecto académico.

C1	<p>Competencia en comunicación lingüística (CL)</p> <p>Saber argumentar, explicar y comunicar los contenidos relacionados con el papel de la ciencia en la sociedad, expresándolos de forma correcta.</p>
C2	<p>Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología (CMCT)</p> <p>Aprendizaje de los conceptos básicos de la ciencia, su metodología y familiarización con el trabajo científico: planteamiento de problemas, formulación de hipótesis y diseños experimentales. Mostrar cuáles ha sido los grandes avances de la ciencia y la tecnología en el pasado y reconocer los grandes retos que tienen la ciencia y la tecnología en el presente.</p>
C3	<p>Competencia digital (CD)</p> <p>Búsqueda y selección de información de carácter científico por medio de las TIC y saber reconocer la utilidad de las aplicaciones informáticas para mostrar la información encontrada y aclarar los contenidos relacionados en dicha información, presentada de una forma clara, concisa y visualmente de una forma agradable en el soporte tecnológico más adecuado</p>
C4	<p>Aprender a aprender (AA)</p> <p>La obtención, selección y valoración de las informaciones obtenidas sobre distintos temas científicos y tecnológicos de repercusión social y el saber comunicar conclusiones e ideas para formarse opiniones propias argumentadas permite que el alumno desarrolle eficazmente su competencia de aprender a aprender.</p>
C5	<p>Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIE)</p> <p>El análisis que ha tenido en el pasado y en el presente la ciencia y la tecnología en nuestras vidas permite desarrollar la capacidad de valorar los factores y consecuencias de la ciencia en la sociedad y de hacer una proyección de la influencia del desarrollo tecno-científico en el futuro. Todo ello contribuye a desarrollar el papel del conocimiento científico y tecnológico como potenciador del espíritu crítico personal y de la iniciativa emprendedora de las personas que se dediquen a esta noble tarea.</p>
C6	<p>Competencias sociales y cívicas (CSC)</p> <p>Reconocer el papel de la ciencia en el pensamiento social de cada época, entender la función que tuvo y tiene la ciencia en el desarrollo social y sobre todo diferenciar los conceptos de ciencia, religión, mito y filosofía, que en la actualidad están perfectamente clarificados y delimitados en la sociedad, pero en el pasado fueron conceptos que estuvieron socialmente no muy clarificados.</p>
C7	<p>Conciencia y expresiones culturales (CEC)</p>

Apreciar, comprender y valorar de manera crítica la variada gama de manifestaciones culturales, familiarizándose con éstas mediante su disfrute y su contribución para conservar y mejorar el patrimonio cultural científico. Supone el dominio de las destrezas necesarias para la expresión de ideas, experiencias o sentimientos de forma creativa.

- **Contenidos**

Tabla 6. Contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales del proyecto académico.

Conceptuales (CC)	CC1	Biotecnología: concepto y aplicaciones.
	CC2	Ingeniería genética: concepto y aplicaciones.
	CC3	Organismos Genéticamente Modificados (OGM): concepto, producción, ventajas e inconvenientes.
	CC4	Método científico: conceptos, fases y sus características.
	CC5	Genoma y ADN recombinante.
	CC6	Técnicas moleculares de manipulación genética.
	CC7	Clonación: concepto y aplicaciones.
	CC8	Vectores de clonación y huésped.
	CC9	Bioética y principios bioéticos.
	CC10	Aplicación de microorganismos en biotecnología.
	CC11	Importancia de la biotecnología y la ingeniería genética en la agricultura, ganadería, industria y salud.
	CC12	Repercusiones sociales, éticas y económicas de la biotecnología e ingeniería genética.
Procedimentales (CP)	CP1	Utilización y manejo de las TIC.
	CP2	Búsqueda y análisis de información complementaria en fuentes variadas y actualizadas.
	CP3	Síntesis e interpretación de la información obtenida (artículos, noticias, imágenes y/o vídeos).
	CP4	Elaboración de informes a partir de la información analizada siguiendo los parámetros establecidos.
	CP5	Diseñar una propuesta de investigación.
	CP6	Descripción de las fases de una investigación según el método científico.
	CP7	Realización de mapa conceptual mediante el uso de una herramienta informática.
	CP8	Organización y planificación del trabajo y toma de decisiones de forma colaborativa.
	CP9	Relacionar el contenido teórico con la práctica e intereses.

	CP10	Capacidad de comunicación, exposición y debate.
	CP11	Evaluación y regulación del aprendizaje de forma autónoma mediante el uso de prácticas reflexivas acerca del grupo, docente, metodología y contenido.
Actitudinales (CA)	CA1	Interés por el ámbito científico.
	CA2	Obtención de una postura crítica y formada sobre la manipulación genética (ventajas e inconvenientes).
	CA3	Concienciación sobre la importancia de la ciencia y de los avances de la misma en la actualidad.
	CA4	Respeto e igualdad.
	CA5	Colaboración y empatía.
	CA6	Integración de los miembros del grupo de forma colaborativa.
	CA7	Sociabilidad y solidaridad.
	CA8	Confianza y seguridad con los miembros del grupo de trabajo y con el docente.
	CA9	Asunción de responsabilidades (roles de trabajo).
	CA10	Resolución de conflictos de forma educada y controlada.

Anexo 11.3 Tarea 1. Informe Inicial

Enlace a la guía de trabajo de la Tarea 1.

[Tarea 1 Informe inicial](#)

Anexo 11. 4 Tarea 2. Acta de Seguimiento

Enlace a la guía de trabajo de la Tarea 2.

[Tarea 2 Acta de seguimiento](#)

Anexo 11.5 Tarea 3. Informe Final

Enlace a la guía de trabajo de la Tarea 3.

[Tarea 3 Informe final](#)

Anexo 11.6 Tarea 4. Presentación de resultados y diseño de la propuesta conjunta

Enlace a la guía de trabajo de la Tarea 4.

[Tarea 4 Presentación de resultados y diseño de la propuesta conjunta](#)

Anexo 11.7. Evaluación Final

Enlace al examen realizado en la Evaluación Final.

[Examen final](#)

Anexo 11.8 Guía del Portafolio Reflexivo

Enlace al documento Guía para la realización del Portafolio Reflexivo.

[Pautas para la elaboración del portafolio reflexivo](#)

Anexo 11.9 Registro de Notas de Campo

Enlace a la plantilla utilizada para realizar el Registro de Notas de Campo por el docente en prácticas durante la observación del plan de acción.

[Registro de notas de campo](#)

Anexo 11.10 Cuestionario del Docente-tutor

Enlace al Cuestionario usado por el Docente-tutor durante la observación del plan de acción.

[Cuestionario docente-tutor](#)

Anexo 11.11 Plantilla de Evaluación Individual

Enlace a la plantilla de Evaluación Individual, incluye la autoevaluación y la evaluación entre iguales.

[Plantilla evaluativa de evaluación entre iguales](#)

Anexo 11.12 Rúbricas de Evaluación

- a. Enlace a la rúbrica de evaluación del Examen Final.

[Rúbrica evaluación examen final](#)

- b. Enlace a las rúbricas de evaluación de las Tareas.

[Rúbrica evaluación de tareas](#)

- c. Enlace a la rúbrica de evaluación del Portafolio Reflexivo.

[Rúbrica evaluación del portafolio](#)

Anexo 11.13 Cálculo de la nota final del proyecto académico

La **nota del final** del alumnado se calculará de la siguiente forma:

Nota final alumno = Nota de trabajo individual (Evaluación, Portafolio, Noticias) + Nota trabajo en grupo (Tareas) + Autoevaluación y Evaluación de compañeros (Formularios de Evaluación de asistencia y participación)

Donde la nota de Autoevaluación y Evaluación de compañeros = $0,1 * PTI/MPT$. PTI es la suma de las notas de todos los miembros del grupo para un estudiante (incluido uno mismo) y MPT es la media aritmética de las PTI de todos los miembros del grupo. En el caso que sea necesario se tendrá en cuenta cuál ha sido el trabajo máximo (cociente más elevado de PTI/MPT) dentro de un grupo y, así, calcular la nota de forma proporcional al resto de miembros respecto este.

Igualmente, para superar el módulo es necesario obtener en la evaluación individual escrita una puntuación igual o superior a 1,5 puntos sobre los 2 máximos establecidos para este apartado. En caso contrario, el estudiante deberá realizar y superar una prueba de recuperación en la fecha programada. Para superar la actividad el estudiante deberá obtener una calificación final igual o superior a 5.

Anexo 11.14 Plantilla para la Constitución de Grupos Colaborativos

Enlace a la Plantilla utilizada para la organización de los grupos de trabajo.

[Plantilla constitución grupos](#)

Anexo 11.15 Guía del Alumno

Enlace a la Guía del Alumno donde se encuentra la información general del trabajo.

[Guía del alumno](#)

Anexo 11.16 Ejemplo de Registro de Notas de Campo

Enlace a un ejemplo de Registro de Notas de Campo realizado por el docente en prácticas.

[Ejemplo notas de campo](#)

Anexo 11.17 Ejemplos de Portafolios Reflexivos del Alumnado

Enlace a ejemplos de entradas realizadas por el alumnado en el Portafolio Reflexivo.

[Ejemplos portafolio del alumnado](#)

Anexo 11.18 Ejemplo de Cuestionario de Docente-tutor

Enlace a un ejemplo de Cuestionario realizado por el Docente-tutor.

[Ejemplo cuestionario del docente externo](#)