



**Universidad Internacional de La Rioja**  
**Facultad de Educación**

**Trabajo fin de máster**

**La evolución de la adquisición  
de la competencia científica en  
los alumnos de la ESO de un  
centro concertado catalán**

**Presentado por:** Misericòrdia Prats Caelles

**Línea de investigación:** Trabajo de investigación

**Director/a:** Antonio Ramón Ricarte Sabater

**Ciudad:** Reus

**Fecha:** 24 de mayo de 2016

## RESUMEN

---

La globalización y las nuevas tecnologías han producido cambios sociales, generando la necesidad de adaptar el sistema educativo a ellos. Uno de los cambios del sistema educativo español llegó con la Ley Orgánica de Educación en el año 2006, a través de la cual se introducían las competencias en el currículo oficial de la enseñanza obligatoria, concretamente en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Una de las competencias introducidas fue la competencia científica, que proporciona a los alumnos la adquisición de conocimientos científicos permanentes y necesarios para su inserción social.

De ello, se desprende la presente investigación transversal no experimental, con el objetivo de conocer la evolución de la adquisición de dos de las capacidades de la competencia científica: la explicación de fenómenos científicamente (EFC) y la identificación de datos y pruebas científicas (ID), en los alumnos de la ESO de un centro concertado de Cataluña. La muestra de estudio está formada por 164 alumnos, 88 de 1º de la ESO y 76 de 4º de la ESO, en los que se evaluó el nivel de desempeño de ambas capacidades con una prueba competencial. También se realizó un estudio sobre la opinión de los cuatro docentes de la especialidad de Biología y Geología del centro. Ambos resultados fueron analizados estadísticamente.

Los resultados del estudio concluyen que hay un leve incremento de 1º a 4º de la ESO en la adquisición de las capacidades analizadas. Además, en la adquisición de la capacidad EFC, se encontraron diferencias significativas entre los alumnos que cursan la optativa de Biología y Geología en 4º de la ESO y los que no, de lo que se desprende la propuesta de introducir actividades didácticas que permitan que todos los alumnos tengan la oportunidad de adquirir la competencia científica.

**Palabras clave:** Competencias básicas; Competencia científica; Educación por competencias; Evaluación competencial; Formación del profesorado

## ABSTRACT

---

Due to globalisation and new technologies, the education system must have been adapted to the present social needs. Some changes were introduced in the Spanish educational system with the *Ley Orgánica de Educación 2006*, which incorporated the competences in the official curricula of compulsory secondary education (ESO). One of these competencies was the scientific, which allows students to acquire permanent scientific knowledge that will be useful for their adult lives.

Because of the above-mentioned reasons, the objective of the present non-experimental transversal research is to study how the acquisition of the following capabilities of the scientific competence progresses along the course of ESO: to explain scientifically phenomena (EFC) and to interpret scientifically data and evidences, in the students of a Catalonian charter school. The study sample consisted of 164 students, 88 of which were at the first ESO course and 77 at the last ESO course. Both capabilities were assessed with a competency test in order to obtain their level of acquisition. In addition, opinions of four Biology and Geology teachers from the mentioned school were analysed. Obtained data were analysed statistically.

Based on the results of the present study, we found a slight increment in the acquisition level of the two studied capabilities between the first and last ESO courses. In addition, statistically significant differences were found in the acquisition level of the EFC capability between the fourth ESO-course students that had the Biology and Geology module and those who hadn't it. In order to avoid this inequality, a set of didactic activities for all students are proposed as an outcome of the present study; these or other similar activities should be compulsory for students to acquire the scientific competence.

**Keywords:** Basic competences; Scientific competence; Competence-based teaching; Competence assessment; Teacher training

## ÍNDICE

---

<b>1. JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>8</b>
<b>1.1 Objetivos e hipótesis de investigación .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Estructura del trabajo de investigación .....</b>	<b>11</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Introducción de las competencias en el currículo oficial de la enseñanza secundaria .....</b>	<b>12</b>
2.1.1 El concepto de competencia .....	12
2.1.2 Introducción y tratamiento de las competencias a nivel legislativo e institucional .....	13
<b>2.2 La competencia científica en la enseñanza secundaria .....</b>	<b>15</b>
2.2.1 Antecedentes históricos de la competencia científica: la educación científica .....	16
2.2.2 Dimensiones y capacidades de la competencia científica.....	18
2.2.2.1 Explicar fenómenos científicamente (EFC).....	20
2.2.2.2 Interpretar datos y pruebas científicas (ID).....	21
<b>2.3 Aplicación de la competencia científica en el aula de secundaria .</b>	<b>21</b>
2.3.1 Dificultades para la aplicación de la competencia científica en las aulas ..	21
2.3.2 Estrategias para fomentar la aplicación de la competencia científica en el aula .....	22
2.3.3 Los profesores de enseñanza secundaria y la competencia científica .....	24
<b>2.4 La evaluación de la competencia científica en la enseñanza secundaria.....</b>	<b>25</b>
2.4.1 Instrumentos para la evaluación de la competencia científica .....	27
<b>3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Diseño de la investigación .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2 Adecuación en función de los objetivos y la hipótesis de investigación .....</b>	<b>29</b>
<b>3.3 Población y muestra.....</b>	<b>31</b>
<b>3.4 Variables del estudio.....</b>	<b>31</b>
<b>3.5 Recogida de la información e instrumentos utilizados .....</b>	<b>33</b>
3.5.1 Prueba competencial para los alumnos .....	33
3.5.2 Cuestionario para los docentes.....	35
<b>3.6 Tratamiento estadístico de los datos .....</b>	<b>36</b>
<b>4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>38</b>

<b>4.1 La prueba competencial de los alumnos .....</b>	<b>38</b>
<b>4.2 El cuestionario de los docentes de la especialidad de Biología y Geología .....</b>	<b>45</b>
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>47</b>
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>7. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN .....</b>	<b>53</b>
<b>7.1 Pensando en un problema .....</b>	<b>53</b>
<b>7.2 Trabajos de investigación .....</b>	<b>55</b>
<b>8. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA .....</b>	<b>58</b>
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>60</b>
<b>10. ANEXOS .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO 1. Prueba competencial de 1º de la ESO .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO 2. Prueba competencial de 4º de la ESO .....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO 3. Rúbrica de evaluación de las pruebas competenciales de 1º y de 4º de la ESO .....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO 4. Encuesta a los profesores de la especialidad de Biología y Geología .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO 5. Datos de las pruebas competenciales de los alumnos .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO 6. Datos de los cuestionarios de los docentes de la especialidad de biología y geología .....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO 7. Propuesta de intervención: <i>webquest</i> sobre la “Línea del tiempo geológico” .....</b>	<b>84</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

---

<b>TABLA 1.</b> Comparativa de la denominación de las competencias básicas de la LOE (2006) y las competencias clave de la LOMCE (2013). ....	13
<b>TABLA 2.</b> Conjunto de capacidades de cada dimensión de la competencia científica según el enfoque de Pedrinaci et al. (2012) y Cañal (2012) .....	18
<b>TABLA 3.</b> Aumento progresivo de la dificultad de las actividades que permiten el desarrollo de la competencia científica según Cañas et al. (2014) .....	23
<b>TABLA 4.</b> Relación entre la puntuación y los niveles de adquisición de la competencia según PISA (OCDE, 2006).....	26
<b>TABLA 5.</b> Descripción de las variables estudiadas y rango de valores que adquieren. ....	31
<b>TABLA 6.</b> Correspondencia entre los ítems de la prueba competencial de 1º de la ESO y la de 4º de la ESO .....	34
<b>TABLA 7.</b> Relación entre los bloques y las preguntas del cuestionario de los profesores de la especialidad de Biología y Geología del centro concertado..	35
<b>TABLA 8.</b> Relación entre las preguntas del cuestionario de 1º y de 4º de la ESO y las variables diseñadas. ....	36
<b>TABLA 9.</b> Características descriptivas de la muestra de alumnos estratificada según el curso que realizan, 1º de la ESO o 4º de la ESO. ....	38
<b>TABLA 10.</b> Descripción de la propuesta de intervención requerida ante los resultados obtenidos en este estudio.....	53
<b>TABLA 11.</b> Propuesta de intervención a partir de una Webquest sobre la línea del tiempo de las eras geológicas .....	56

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

---

<b>GRÁFICO 1.</b> Resultados de la pregunta 1 de la prueba de 1º de la ESO. (Fuente: Elaboración propia) .....	40
<b>GRÁFICO 2.</b> Porcentaje de alumnos de 1º y 4 de la ESO que no argumentan o no contestan (NA/NC) la pregunta 1 de las pruebas competenciales. (Fuente: Elaboración propia) .....	40
<b>GRÁFICO 3.</b> Resultados de la pregunta 2 y 3 de la prueba de 1º de la ESO y de la pregunta 4 y 3 de la prueba de 4º de la ESO. (Fuente: Elaboración propia)....	41
<b>GRÁFICO 4.</b> Resultados de la pregunta 4 de la prueba de 1º de la ESO y de la pregunta 2 de la prueba de 4º de la ESO. (Fuente: Elaboración propia).....	42

<b>GRÁFICO 5.</b> Diferencia de la puntuación media de los índices EFC e ID entre los alumnos de 1º y 4º de la ESO. (Fuente: Elaboración propia) .....	42
<b>GRÁFICO 6.</b> Diferencia de la puntuación media de los índices EFC e ID entre los alumnos que cursan la optativa de Biología y Geología en 4º de la ESO y los que no la cursan. (Fuente: Elaboración propia) .....	43
<b>GRÁFICO 7.</b> Distribución de los alumnos de 1º y 4º de la ESO en los niveles de adquisición de la capacidad EFC, bajo, medio o alto. (Fuente: Elaboración propia).....	44
<b>GRÁFICO 8.</b> Distribución de los alumnos de 1º y 4º de la ESO en los niveles de adquisición de la capacidad ID, bajo, medio o alto. (Fuente: Elaboración propia).....	44
<b>GRÁFICO 9.</b> Instrumentos de evaluación que utilizan los docentes en sus sesiones. (Fuente: Elaboración propia) .....	45

## **1. JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

---

La siguiente investigación se ha realizado en base a la experiencia obtenida en el transcurso de la asignatura del Prácticum II del Máster en Educación Secundaria. En este periodo, se ha observado que muchos docentes todavía no aplican técnicas y actividades didácticas que fomenten la adquisición de las competencias definidas por los currículos oficiales y, muchos de ellos, se basan en una metodología de transmisión-recepción (Jiménez, 2000). Esta metodología, que según Jiménez (2000) no asegura la comprensión de los contenidos, va en detrimento del aprendizaje significativo, dificultando la adquisición de las competencias.

En España, desde el año 2006, las competencias han sido introducidas en el currículum de la enseñanza de educación secundaria obligatoria (ESO), siendo éstas un tema de actualidad. No obstante, en otras disposiciones legales anteriores, ya se referenciaban de forma implícita, como en la Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE, 1990). A pesar de ello, su introducción produjo un elevado grado de escepticismo en muchos docentes, ya que cuestionaban que se pudiese aprender la misma cantidad de conceptos (Perrenoud, 2008).

No obstante, es una realidad que la innovación e investigación educativa pueden generar resistencias al cambio, pero en este caso, buscan la forma de adquirir todo el abanico competencial, que según Franco-Mariscal, Blanco-López y España-Ramos (2014), se logra gracias a su vinculación con los problemas de la vida diaria, considerados como eje central para que guíe y estructure el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos.

Después de estos 10 años de implantación de las competencias en los currículos oficiales de la enseñanza secundaria, ya deberían estar implantadas en todas las aulas actuales y los profesores deberían haberse adaptado a la innovación arriba-abajo (Salinas, 2008). No obstante, debido a la experiencia adquirida por la autora del presente trabajo durante el periodo del Prácticum del Máster de Educación, se deduce que los profesionales de la enseñanza todavía están adaptándose a esta nueva propuesta educativa. Las competencias suponen un cambio importante en la tarea docente, ya que repercuten en objetivos, técnicas didácticas y actividades y, sobre todo, en el sistema de evaluación, requiriendo una implicación adicional, que en muchas ocasiones no se da (Rodríguez y Blanco, 2016).

La implantación de las competencias no solo genera cambios para los docentes, implica mejoras sustanciales en la vida de los alumnos. Por un lado, las competencias permiten que los alumnos integren los aprendizajes que adquieren y

que los utilicen de manera efectiva en distintos contextos y situaciones. Por otro lado, permiten orientar la enseñanza y que el alumno reflexione sobre su propio aprendizaje, desarrollando la metacognición (Alcántara, 2009). Farsled (2004) distingue las competencias que deben ser útiles a lo largo de la vida del alumno y, las competencias que preparan para la vida, desarrollando la capacidad de supervivencia, la atención a necesidades básicas y las facultades para desenvolverse en distintas situaciones y en contextos sociales concretos (Farsled, 2004).

Además, las competencias ofrecen una educación de calidad a los alumnos, potenciándoles valores, actitudes, conocimientos, aptitudes y competencias perdurables en el tiempo. Todas estas características deben permitir al alumno enfrentarse a nuevas condiciones y exigencias (Farsled, 2004).

Por ello, las competencias son un elemento del currículo oficial de interés para muchos profesionales y, con la ayuda de los estudios que se están realizando sobre esta temática, fomentarán que la práctica educativa sea más eficaz, permitiendo generar un aprendizaje significativo en el alumno y que pueda extrapolarlo a situaciones de la vida cotidiana (Pedrinaci, Caamaño, Cañal y de Pro, 2012).

A parte de la experiencia personal, los resultados obtenidos en las evaluaciones externas de competencias, como podrían ser las evaluaciones del Programa Internacional de Evaluación de los Estudiantes (PISA) (Ministerio de Educación y Cultura (MEC), 2012), refuerzan las observaciones realizadas (Prats, 2016), demostrando que España está significativamente por debajo del promedio establecido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en ciencias, que es de 501 puntos. Además, de los 6 niveles de adquisición que se definen para la competencia científica, el 84% de los españoles evaluados llega al nivel 2 (MEC, 2012), un nivel de la competencia muy básico.

Todos estos resultados confirman que el grado de adquisición de la competencia científica en España es bajo y, los resultados son muy similares en Cataluña (MEC, 2012). Además, Rodríguez y Blanco (2016), aseguran que en España no ha calado el sistema de competencias, ya que un gran número de docentes no han modificado sus metodologías.

Dentro de todas las competencias que se proponen a nivel curricular, la presente investigación se basa en la competencia científica, ya que es la que más fomentará el docente de la especialidad de Biología y Geología. Según Pedrinaci et al. (2012), esta se divide en cuatro dimensiones: la conceptual, la metodológica, la actitudinal y la integral y, a su vez, cada una de ellas es definida por varias capacidades.

Concretamente, el presente estudio está focalizado en dos de las capacidades de la competencia científica (OCDE, 2006; OCDE, s.f.):

- Explicar fenómenos científicamente.
- Interpretar datos y pruebas científicas.

La primera capacidad se puede relacionar con la dimensión conceptual de la competencia y la segunda con la metodológica. El alumno, para ser capaz de explicar fenómenos a partir del conocimiento científico, debe conocerlo de forma significativa y, para procesar la información que se le da en forma de datos y pruebas científicas, debe saber realizar los procesos de tratamiento de la información necesarios para interpretar su significado (Pedrinaci et al., 2012). Gracias a estas capacidades, el alumno adquirirá un aprendizaje para toda la vida (Sardà y Márquez, 2009).

De estos argumentos, se desprende el presente estudio transversal, con el que se evaluará si los alumnos al finalizar la ESO adquieren las dos capacidades de la competencia científica nombradas anteriormente, de forma que permitirá comprobar la validez de las observaciones realizadas con anterioridad y la situación actual de estas capacidades competenciales en los alumnos de un centro concertado de Cataluña.

## 1.1 Objetivos e hipótesis de investigación

El objetivo general de la presente investigación es conocer la evolución del aprendizaje de dos de las capacidades de la dimensión conceptual y metodológica de la competencia científica en los alumnos de la ESO de un centro concertado de Cataluña. A la vez, los objetivos específicos que se desprenden de esta son:

1. Determinar si, al finalizar la ESO, los alumnos del centro concertado adquieren un nivel superior de las capacidades de explicar fenómenos científicamente y de interpretar datos y pruebas científicas, propias de la competencia científica.
2. Explorar la opinión del profesorado de la especialidad de Biología y Geología sobre la aplicación de la competencia científica en el aula.
3. Detectar si el profesorado aplica actividades competenciales en sus clases.
4. Desarrollar una propuesta de intervención que dé respuesta a las carencias que se detectan en los resultados de la investigación.

La hipótesis de investigación que se pretende demostrar con este estudio es que los alumnos del centro concertado de Cataluña, al finalizar la ESO, no adquieran

un nivel de desempeño avanzado de las capacidades de la competencia científica de explicar fenómenos científicamente y de interpretar datos y pruebas científicas.

## **1.2 Estructura del trabajo de investigación**

Para poder abordar esta investigación, el trabajo se estructura en varios apartados. El primero de ellos es el marco teórico, en el que se define cómo las competencias han sido introducidas en el currículo oficial de la enseñanza de ESO y su significado según diferentes autores, los antecedentes históricos de la competencia científica, recorriendo los movimientos impulsados para renovar la didáctica de las ciencias desde mitades del siglo XX, hasta la llegada de la competencia científica, definiendo sus dimensiones y capacidades, haciendo especial hincapié en las dos capacidades analizadas y, finalmente, cómo se debería realizar la evaluación de la mencionada competencia.

A continuación, se presenta la metodología que se ha empleado en esta investigación, con un total de 164 alumnos de 1º y de 4º de la ESO y 4 profesores de la especialidad de Biología y Geología que imparten la materia en estos cursos. Además, se describen las pruebas competenciales que se han realizado a los alumnos y el cuestionario de los docentes y su tratamiento estadístico.

El siguiente apartado se destina a la presentación de los resultados obtenidos de las pruebas de los alumnos y el cuestionario de los docentes, su discusión y conclusiones. A partir de los resultados y conclusiones obtenidas, se ha elaborado la propuesta de intervención.

Finalmente, en los anexos, se añaden los instrumentos que se han elaborado para el desarrollo del presente trabajo, como las pruebas competenciales para los alumnos, la rúbrica para evaluar sus resultados, el cuestionario para los docentes, las tablas de resultados de las pruebas competenciales de los alumnos y del cuestionario para los docentes y la propuesta de un recurso didáctico para la propuesta de intervención.

## 2. MARCO TEÓRICO

---

### 2.1 Introducción de las competencias en el currículo oficial de la enseñanza secundaria

#### 2.1.1 El concepto de competencia

El concepto de competencia es un término con amplia historia, que está en constante evolución, se enriquece del entorno en el que se aplica, encuentra nuevos espacios de aplicación y nuevos significados (Augusto, 2005), atendiendo a la finalidad con la que se introduce. De forma paralela, el sistema educativo evoluciona y aparecen nuevas formas de aprendizaje. Este concepto es ampliamente conocido en los contextos económicos y laborales, pero los cambios sociales debidos a la globalización y a la aparición de las nuevas tecnologías (Salinas, 2009), condujeron a que, a partir de los años noventa, se iniciasen estudios y proyectos promovidos por organismos internacionales, introduciendo cambios en el sistema educativo para adaptarlo a las nuevas necesidades sociales (Cañas, Martín-Díaz y Nieda, 2014; Pedrinaci et al., 2012), como las competencias.

Eurydice (2002) realizó una revisión de todos los currículos de la enseñanza de ESO de los países miembros de la Unión Europea (UE). En una de sus conclusiones se refleja que todos los países ya habían introducido de forma implícita o explícita el desarrollo de competencias.

A parte del papel que ha tenido la UE en la implantación de las competencias en el currículo oficial, Bolívar (2008) comenta que la OCDE también ha participado en su introducción, por ejemplo, ha establecido evaluaciones a gran escala, centradas en distintas competencias (una de las más conocidas es el proyecto PISA). Además, la OCDE, promovió el proyecto de Definición y Selección de Competencia (DeSeCo), con el fin de definir las “competencias clave para la vida y sociedad” (Bolívar, 2008, pp. 3) y diseñar una evaluación competencial más coherente.

En el caso de España, ha habido una notable evolución de este concepto desde la Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE, 1990) hasta la Ley para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE, 2013). En la LOGSE (1990), las competencias se desarrollaban de forma implícita en el currículo, con un enfoque entorno a las capacidades y a la metodología constructivista, que converge con el enfoque del planteamiento del currículo por competencias (Cañas et al. 2014).

La Ley Orgánica de Calidad de la Educación (LOCE, 2002) las impulsó todavía más, introduciendo las evaluaciones de diagnóstico, pero su promoción e implantación en el currículo oficial se dio con la Ley Orgánica de Educación (LOE, 2006), denominándolas: “competencias básicas”. Esta implantación, según Bolívar

(2008) fue promovida por el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, con su Propuesta de Recomendación (2006).

### **2.1.2 Introducción y tratamiento de las competencias a nivel legislativo e institucional**

Una vez definido el origen de la introducción de las competencias en el currículo oficial, es necesario concretar cuál es el significado que adquieren en las disposiciones legales. Precisamente, la LOE (2006), tiene dos Reales Decretos (RD) de enseñanzas mínimas, en el caso de la ESO es el RD 1631/2006, de 29 de diciembre, donde las competencias básicas se definen como un aprendizaje imprescindible que debe desarrollar un o una joven al finalizar la ESO para poder lograr su realización personal, ejercer la ciudadanía activa, incorporarse plenamente a la vida adulta y ser capaz de desarrollar un aprendizaje permanente a lo largo de la vida.

La última ley educativa del estado español es la LOMCE (2013), que mantiene en el currículo las competencias, pero las denomina: “competencias claves”. En el RD 1105/2014, de 26 de diciembre, se definen como: “las capacidades para activar y aplicar de forma integradora los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, para lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos” (p.1).

Actualmente, las dos últimas leyes educativas están conviviendo en las aulas, con las dificultades que esto supone. Concretamente, en la LOE (2006) se definen ocho competencias básicas, mientras que en la LOMCE (2013), se agrupan la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico con la matemática, reduciendo el número de competencias a siete. En la Tabla 1 se puede observar la correspondencia entre las competencias definidas por la LOE (2006) y por la LOMCE (2013).

*Tabla 1. Comparativa de la denominación de las competencias básicas de la LOE (2006) y las competencias clave de la LOMCE (2013).*

<b>Competencias básicas (LOE, 2006)</b>	<b>Competencias clave (LOMCE, 2013)</b>
Competencia en comunicación lingüística	Comunicación lingüística
Competencia matemática	Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y
Competencia en el conocimiento y la	

interacción con el mundo físico	tecnología
Tratamiento de la información y competencia digital	Competencia digital
Competencia social y ciudadana	Competencias sociales y cívicas
Competencia cultural y artística	Conciencia y expresiones culturales
Competencia para aprender a aprender	Aprender a aprender
Autonomía e iniciativa personal	Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor

Fuente: Adaptado de Fuset (2015)

Finalmente, es necesario contextualizar la comunidad autónoma en la que se realiza el presente estudio, Cataluña. El Decreto 143/2007, agrupa las ocho competencias básicas de la LOE (2006) en competencias transversales y en específicas centradas en convivir y conocer el mundo físico. Las competencias transversales se subdividen en competencias comunicativas, metodológicas y personales, mientras que el decreto 187/2015, que hace referencia a las modificaciones introducidas por la LOMCE (2013), determina las dimensiones y las capacidades de las competencias para cada una de las materias y sus grados de adquisición.

Dejando de lado las disposiciones legales, según Augusto (2005), las competencias se definen como: “conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en determinados contextos” (p.20). Adicionalmente, Franco-Mariscal, Blanco-López y España-Ramos (2014), comentan que las competencias comprenden las capacidades de aplicar los conocimientos a las distintas situaciones de la vida diaria.

A pesar del gran número de definiciones que se encuentran sobre este término en la literatura, Pedrinaci et al. (2012) determinan que es esencial destacar sus implicaciones educativas, a parte de su definición, que son:

- Conocimientos integrados, es decir, se tratan de forma vinculada los conceptos, procedimientos y actitudes.
- Competencias permiten extrapolar los conocimientos adquiridos a otros contextos, permitiendo un aprendizaje continuo, con diferentes grados de adquisición.
- Permiten seguir aprendiendo una vez superada la etapa escolar.

No obstante, su implementación inicial en el sistema educativo español, produjo un elevado grado de escepticismo en muchos docentes, ya que cuestionaban que se pudiese aprender la misma cantidad de conceptos (Perrenoud, 2008). Según

la reflexión de Augusto (2005), lo esencial no es la cantidad de conocimiento que se adquiere, sino que los alumnos tengan deseo y voluntad de saber, que se formulen cuestiones y que trabajen en equipo.

Una vez visto como han llegado las competencias al currículo de la enseñanza secundaria, su significado y su repercusión en el sistema educativo, el trabajo se centrará en la competencia científica.

## **2.2 La competencia científica en la enseñanza secundaria**

La competencia más relacionada con la especialidad docente de Biología y Geología es la competencia del conocimiento y la interacción con el mundo físico, según el RD 1631/2006, o la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, según el RD 1105/2014. A pesar de esta nomenclatura, en el presente trabajo, se denominará como competencia científica (Augusto, 2005; Crujíeras y Jiménez, 2015; Franco-Mariscal et al., 2014; Yus, 2013). Rebollo (2010) asegura que hay dos razones para cambiar su denominación: una histórica y otra didáctica. La primera de ellas hace referencia a que ya se denominaba competencia científica antes de que se introdujera en los currículos oficiales, concretamente, en el primer proyecto PISA de la OCDE del año 2000 (OCDE, s.f.). Respecto a la segunda de ellas, defiende que es un término que engloba las metas educativas científicas para todos los estudiantes.

Al centrarnos en las distintas concepciones de la competencia científica, aparecen múltiples significados de ella. Por ejemplo, Augusto (2005) define esta competencia como: “el conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos.” (p.21). Otras definiciones divergen de la anteriormente citada, ya sea a nivel de su propia denominación, su definición, su estructuración o la finalidad con la que ha sido elaborada (Franco-Mariscal et al., 2014).

No obstante, Pedrinaci et al. (2012), ante la definición insuficiente que ofrece el RD 1631/2006, definen la competencia científica como:

Un conjunto integrado de capacidades para utilizar el conocimiento científico a fin de describir, explicar y predecir fenómenos naturales; para comprender los rasgos característicos de la ciencia; para formular e investigar problemas e hipótesis; así como para documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la humanidad genera en él. (p.31)

A continuación, el trabajo se centrará en los inicios de la competencia científica, la educación científica y, seguidamente, se definirán las diferentes dimensiones y capacidades que comprende la competencia científica, para adquirir una visión más completa de la misma.

### **2.2.1 Antecedentes históricos de la competencia científica: la educación científica**

En la educación científica, según Hurd (1998), se han dado tres acontecimientos destacables:

- Herbert Spencer, en 1859, propone que debería enseñarse todo aquello que tuviera una incidencia clara en la vida de los seres humanos.
- *Progressive Education Association*, en 1932, determina que los objetivos educativos referentes a la ciencia, deben estar relacionados con los impactos científicos en el progreso social, los modelos culturales y la vida de los individuos.
- Él mismo, Hurd, en 1958, introduce el término de alfabetización científica.

Durante muchos años, el sistema educativo se centró en la formación de científicos, pero en la década de los 80, se dio un distanciamiento entre los científicos y los ciudadanos en general, generando analfabetos científicos (Martín-Díaz, 2004). Ante esta problemática, según Martín-Díaz (2004) aparecen distintas soluciones, todas ellas definidas como movimientos para la renovación de la didáctica de las ciencias:

- Ciencia para todos.
- Ciencia – Tecnología – Sociedad (CTS).
- Alfabetización científica.
- Comprensión pública de la ciencia.

El primer movimiento, Ciencia para todos, pretendía dotar a los alumnos con la cultura científica que les capacitará para participar de forma activa en la sociedad democrática y tomar decisiones a partir de su conocimiento (Martín-Díaz, 2004). Características que coinciden con la definición de competencia de la LOE (2006), comentada con anterioridad.

El movimiento paralelo a la Ciencia para todos es el de CTS, que llega a introducirse en el currículo de educación secundaria (Martín-Díaz, 2004), pero no obtiene buenos resultados.

El siguiente movimiento de la educación científica es la alfabetización científica, uno de los que ha tenido más impacto en la comunidad científica y

educativa. Este movimiento aparece a mediados del siglo XX (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003), con su punto álgido en los años 90 (Martín-Díaz, 2004). Consistía en una corriente para acercar los científicos a la sociedad y, que los ciudadanos se dieran cuenta de que necesitan tener conocimientos científicos para poder resolver problemas de la vida diaria (Rebollo, 2010).

Pedrinaci et al. (2012) nos ofrece su visión acerca de este término y lo define como la “capacidad de utilizar las grandes ideas de las ciencias y los procedimientos científicos básicos para debatir y tratar problemas socio-científicos, ambientales o tecnológicos, explicar fenómenos naturales y abordar situaciones de la vida cotidiana.” (p. 273).

Martín-Díaz (2004), sintetiza la alfabetización científica con distintos verbos: “conocer, comprender, interpretar, participar y actuar sobre la realidad social” (pp.6).

A lo largo del tiempo, el concepto de alfabetización científica ha ido sufriendo cambios y modificaciones en sus dimensiones y componentes (Acevedo et al., 2003), pero al igual que la competencia científica, se considera como una parte esencial de la formación básica y general de todas las personas. Kemp (2002) la divide en tres dimensiones, la conceptual, la procedural y la afectiva, pero todas ellas deben interrelacionarse y desarrollarse de manera gradual y a lo largo de la vida.

No obstante, su aplicación curricular se vio dificultada (Acevedo et al, 2003). Por esto, Gallardo, Mayorga y Sierra (2014), sitúan la competencia científica como complemento de este concepto, mientras que Pedrinaci et al. (2012) aseguran que a pesar de la conexión que existe entre ellos, debe sustituirse el concepto de alfabetización científica por el de competencia científica.

Finalmente, el último movimiento para la renovación de la enseñanza de las ciencias es la comprensión pública de las ciencias, que aparece a finales del siglo XX. Según Martín-Díaz (2004), este movimiento pretende conocer los puntos de vista y los conocimientos que tiene la sociedad sobre la ciencia y, cuáles debería tener para ser alfabetizado científicamente.

A pesar de estos movimientos, la competencia científica es la que ha tenido un mayor calado en el sistema educativo. Ello se debe a su impulso por parte de instituciones internacionales, y no únicamente por científicos, investigadores y expertos en la didáctica de las ciencias (Pedrinaci et al., 2012), como sucedió con la alfabetización científica. Junto con esto, su introducción no ha sido de forma independiente, sino que ha venido de la mano con otras competencias, quitándole la exclusividad, y generando que su aplicación sea más factible que la de los movimientos impulsados con anterioridad (Pedrinaci et al., 2012).

Además, este acercamiento a la ciencia, necesita ser evaluado para ver su impacto educativo y, para ello, la alfabetización científica se dividió de forma excesiva en dimensiones y capacidades, imposibilitando su evaluación completa (Acevedo et al., 2003), de la misma forma que está empezando a suceder con la evaluación de la competencia científica (Yus et al., 2013).

### **2.2.2 Dimensiones y capacidades de la competencia científica**

La competencia científica debe ser caracterizada en distintas capacidades y dimensiones (Gallardo, Mayorga y Sierra, 2014), el desarrollo de las cuales permita la formación de personas científicamente competentes (Pedrinaci et al., 2012). Actualmente, nos encontramos ante distintos enfoques de esta competencia, por lo que, en el presente trabajo, se analizan diferentes enfoques, desde la reciente aportación de Pedrinaci et al. (2012) y Cañal (2012), hasta la del Departamento de Educación de Cataluña (Izquierdo, Caamaño y Serramona, 2015), pasando por la del proyecto PISA (OCDE, 2006; Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2012).

El primer enfoque analizado es el de Pedrinaci et al. (2012) y Cañal (2012), que definen cuatro dimensiones de la competencia científica: la conceptual, la metodológica, la actitudinal y la integrada. Estas se subdividen en distintas capacidades, como se muestra en la Tabla 2. Franco-Mariscal et al. (2014) aseguran que este enfoque es el más completo, ya que integra la competencia científica definida en PISA con muchos aspectos de la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico de los currículos oficiales.

*Tabla 2. Conjunto de capacidades de cada dimensión de la competencia científica según el enfoque de Pedrinaci et al. (2012) y Cañal (2012)*

<i>Dimensión</i>	<i>Capacidades</i>
Conceptual	Capacidad de utilizar el conocimiento científico personal para describir, explicar y predecir fenómenos naturales. Capacidad de utilizar los conceptos y modelos científicos para analizar los problemas. Capacidad de diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad.
Metodológica	Capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación. Capacidad de obtener información relevante para la investigación. Capacidad de procesar la información obtenida. Capacidad de formular conclusiones fundamentadas.

Actitudinal	Capacidad de valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla. Capacidad de interesarse por el conocimiento, la indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socio-ambientales. Capacidad de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales.
Integral	Capacidad de utilizar de forma integrada las anteriores capacidades para dar respuesta o pautas de actuación adecuadas ante problemas concretos científicos o socio-ambientales, en contextos vivenciales del alumnado.

Extraída de Franco-Mariscal et al., 2014, pp.656

Al centrarnos en la caracterización de la competencia científica del proyecto PISA (OCDE, 2006), se definen cuatro aspectos interrelacionados, que podrían diferenciarse como sus dimensiones: la referencia contextual, los conocimientos, las capacidades y las actitudes (Rebollo, 2010). Y, sus capacidades son: identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos de forma científica y utilizar pruebas científicas (Blanco y Díaz, 2014; OCDE, 2006; Yus et al., 2013).

En la última evaluación de PISA de 2015 (OCDE, 2013) se redefinen las capacidades de la competencia científica. Concretamente, las capacidades que se evalúan en esta edición son: “explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar investigación científica e interpretar datos y pruebas científicamente” (Rodríguez y Blanco, 2016, pp. 282). El presente estudio se centrará en estas nuevas capacidades de la competencia científica definidas por la OCDE (2013), ya que es la nomenclatura actual.

Los investigadores Hopman, Brineak y Retzl (citado en Gallardo, Mayorga y Sierra, 2014; Yus et al., 2013;) de la Universidad de Viena, analizaron y compararon las capacidades cognitivas implicadas en la resolución de los ítems de las pruebas PISA, realizadas en Finlandia, Francia y Alemania. Las capacidades cognitivas que se desprenden de sus estudios, según la traducción en Gallardo, Mayorga y Sierra (2014) son:

1. Reproducción
2. Aplicación
3. Comprensión – Reflexión
4. Transferencia
5. Heurística
6. Comunicación – Argumentación

Estas capacidades están ordenadas en función de su complejidad (Yus et al., 2013), por lo que las 3 primeras se consideran de orden inferior o de primer orden y las tres últimas de orden superior o de segundo orden (Gallardo, Mayorga y Sierra, 2014), aumentando progresivamente su dificultad cognitiva.

Una vez analizados dos de los enfoques, nos centramos en las dimensiones de la competencia científica que propone el Departamento de Educación de Cataluña (Izquierdo et al., 2015), que son ligeramente diferentes a las comentadas con anterioridad. Concretamente, son indagación de fenómenos naturales y de la vida cotidiana, objetos y sistemas tecnológicos de la vida cotidiana, medio ambiente y salud, dividiéndose en un total de 15 capacidades.

Ante la multitud de opiniones y de concepciones sobre el desglose de la competencia científica, Yus et al. (2013) añade que la competencia científica está compuesta por destrezas cognitivas, motivacionales, éticas, sociales y conductuales. No obstante, muchas de las pruebas para evaluar el grado de su adquisición, solo se centran en los componentes cognitivos, convirtiéndose en insuficientes, como las pruebas PISA (Gallardo, Mayorga y Sierra, 2014; Yus et al., 2013).

Este excesivo desglose de la competencia científica viene dado para posibilitar su evaluación, dándole un enfoque analítico. El trabajo de Yus et al. (2013) asegura que este conjunto de capacidades y de dimensiones no evalúan la competencia como tal, sino capacidades inconexas entre ellas, llevando a contradicciones con la idea de competencia como “sistemas complejos de comprensión y actuación” (Gallardo, Mayorga y Sierra, 2014, p.176), como se comentaba anteriormente en este trabajo.

A pesar del riesgo que supone la compartimentación excesiva de la competencia científica, esta investigación se contextualiza en dos de las capacidades de la competencia científica.

#### **2.2.2.1 Explicar fenómenos científicamente (EFC)**

Esta capacidad de la competencia científica pertenece a la dimensión conceptual, definida por Pedrinaci et al. (2012) y, según Cañas et al. (2014) hace referencia a las aplicaciones del conocimiento científico para interpretar las situaciones reales y prácticas.

Según el proyecto PISA (OCDE, 2006), esta capacidad está definida por tres características:

- Aplicar el conocimiento de la ciencia en una situación determinada.
- Describir o interpretar fenómenos científicamente y predecir cambios.
- Identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas.

El enfoque de Pedrinaci et al. (2012), permite entender esta capacidad de un modo más completo que con el enfoque de PISA (Franco-Mariscal et al., 2014), del que se concluye que la adquisición de esta capacidad implica haber adquirido un aprendizaje significativo.

### **2.2.2.2 Interpretar datos y pruebas científicas (ID)**

Esta capacidad de la competencia científica pertenece a la dimensión metodológica concretada por Pedrinaci et al. (2012), permitiendo interpretar datos y establecer conclusiones. Al mismo tiempo, tiene en consideración las implicaciones sociales de la ciencia, su origen y el carácter humano de ésta (Cañal et al. 2014).

El proyecto PISA (OCDE, 2006), desarrolla esta capacidad en tres ítems:

- Interpretar pruebas científicas y elaborar y comunicar conclusiones.
- Identificar los supuestos, las pruebas y los razonamientos que subyacen a las conclusiones.
- Reflexionar sobre las implicaciones sociales y los avances científicos y tecnológicos.

Desde el enfoque de Pedrinaci et al. (2012), se pueden llegar a las mismas conclusiones sobre esta capacidad de la competencia científica, elaborando un listado de verbos esenciales a abordar: “resumir, comparar, clasificar, cuantificar, relacionar, interpretar.” (pp. 223).

## **2.3 Aplicación de la competencia científica en el aula de secundaria**

### **2.3.1 Dificultades para la aplicación de la competencia científica en las aulas**

Si bien es cierto que las competencias permiten aplicar los saberes a situaciones prácticas de la vida cotidiana, Perrenoud (2008) propone que es necesario reenfocar el sistema educativo y los contenidos exigidos por la administración educativa, ya que será necesario invertir más tiempo para transferirlos. Asimismo, algunos expertos (Franco-Mariscal et al., 2014) comentan que existe el riesgo que las recomendaciones realizadas en los currículos oficiales, como en el RD 1631/2006 y en el RD 1105/2014, no puedan ser aplicadas en la

práctica educativa, ya que la definición y la concepción actual del sistema educativo complica la organización y el desarrollo de la enseñanza de la competencia científica.

En Franco-Mariscal et al. (2014), se definen seis factores que deberían ser modificados para que la enseñanza de las ciencias contribuyese al desarrollo de la competencia científica:

- El propio concepto de competencia científica.
- La necesidad de cambiar y modificar los currículos y los modelos didácticos.
- El contenido y la orientación de los materiales de desarrollo curricular.
- La selección y la formación inicial y permanente del profesorado.
- La dedicación lectiva de la enseñanza de las ciencias.
- La organización de los centros.

A parte de las dificultades mostradas anteriormente, otro factor a tener en cuenta son las resistencias del profesorado que se derivan de esta innovación educativa. Según Rodríguez y Blanco (2016), hay 3 tipos de resistencias: personal, profesional e institucional. La resistencia personal se condensa en el coste emocional, ya que el profesorado debe invertir más tiempo para renovar y adaptar su praxis a las nuevas exigencias educativas y, además, debe tener competencias profesionales que le permitan realizar este cambio, como comentan Franco-Mariscal et al. (2014). Finalmente, el centro debe tener una estructura que lo facilite y lo propicie, como fomentando la participación activa del profesorado en las decisiones referentes a esta innovación (Rodríguez y Blanco, 2016).

### **2.3.2 Estrategias para fomentar la aplicación de la competencia científica en el aula**

Para evitar la problemática presentada anteriormente y avanzar en el aprendizaje y la evaluación de la competencia científica, Rodríguez y Blanco (2016) proponen una estrategia: “comenzar ayudando el profesorado de ciencias a realizar pequeños cambios, pero significativos, en la forma en la que habitualmente plantea la evaluación del aprendizaje de sus alumnos” (pp. 280).

Franco-Mariscal et al. (2014) determinan que la innovación e investigación educativa buscan la forma de adquirir todo el abanico competencial, gracias a su vinculación con los problemas de la vida diaria, considerados como núcleo central, para que guíen y estructuren el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado.

Sin embargo, para que los problemas sean adecuados tienen que cumplir una serie de requisitos: ser relevantes en la vida diaria de los alumnos, estar presentes en

su entorno sociocultural, que incrementen su interés y que puedan ser tratables de forma didáctica en el aula. En Cañas et al. (2014) se determina que uno de los principales problemas que surge al aplicar la competencia científica en el aula es el de propiciar que los alumnos apliquen los aprendizajes del aula a sus situaciones personales y sociales. A esto, se le añade la problemática de valorar el pensamiento científico-técnico y aplicarlo para interpretar la información que reciben los alumnos, es decir, que puedan hacer predicciones y que sepan tomar decisiones.

Cañas et al. (2014) añaden que, a parte de centrarse en la determinación de un problema significativo para los alumnos, es necesario determinar las capacidades que definen la competencia científica, expuestas anteriormente. Éstas deben graduarse para cada curso de la ESO, de forma que su adquisición sea progresiva y completa.

Respecto a la metodología, el profesor puede utilizar cualquier estilo metodológico (Jiménez, 2000), pero se recomienda que las propuestas de intervención alternen exposiciones didácticas del profesor y actividades didácticas para los alumnos (Cañas et al., 2014). Las actividades deben ser variadas y su complejidad debe ir aumentando de forma progresiva (Cañas et al., 2014), como se muestra en la Tabla 3.

*Tabla 3. Aumento progresivo de la dificultad de las actividades que permiten el desarrollo de la competencia científica según Cañas et al. (2014)*

<b>Exigencias en 1º y 2º de la ESO</b>	<b>Exigencias en 3º y 4º de la ESO</b>
Textos descriptivos y narrativos	Textos argumentativos que describen diferentes hipótesis para explicar un problema
Gráficos de sector, tablas de datos y características observables y claves sencillas de identificación	Comprender informes comunes de la vida diaria (análisis de sangre, factura de la luz...)
Esquemas o dibujos sobre las experiencias	No aparecen dibujos en las actividades
Comprensión de la información (verbal y gráfica) para solucionar problemas de la vida diaria	Información verbal y gráfica más compleja para reflexionar sobre la forma de generar ciencia. Se pide a los alumnos el diseño global del procedimiento para resolver el problema
Problemas sobre el uso de materiales o relaciones entre las características de los	Problemas más complejos, exigen utilizar teorías explicativas

seres vivos

Establecimiento de diferencias y similitudes entre los seres vivos, teorías científicas. Estudiantes capaces identificarlos con claves o interpretar procesos en esquemas

Realización de cálculos sencillos

Aumentan los cálculos sobre las gráficas

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.3 Los profesores de enseñanza secundaria y la competencia científica

Todas las reformas y modificaciones del sistema educativo, como la introducción de las competencias en el currículo oficial, repercuten en el profesorado (Cordón, 2008) y su éxito depende de la participación activa del docente (Cordón, 2008; Flores y Enríquez, 2014).

Para que los profesores se impliquen y respondan a las nuevas exigencias del sistema educativo, deben tener una buena formación (Cordón, 2008; Flores y Enríquez, 2014). Según Daza-Pérez y Moreno-Cárdenas (2010) el profesor de ciencias debe:

- Conocer su disciplina.
- Manejar la didáctica de su disciplina.
- Saber detectar, analizar e interpretar las concepciones de los alumnos para orientar su aprendizaje.
- Tener criterios para seleccionar y secuenciar los contenidos de la enseñanza.

Por ello, la formación del profesorado debe ser continua, de forma que se fomente la renovación de sus concepciones y la resolución de las preconcepciones erróneas (Flores y Enríquez, 2014). Por ejemplo, Cordón (2008) señala que los profesores transmiten una imagen distorsionada del conocimiento y del trabajo científico. Otros autores, como Flores y Enríquez (2014) aseguran que muchos docentes confunden ciencia con tecnología y que no revisan las nuevas opiniones de expertos sobre su disciplina.

Los problemas anteriores pueden estar relacionados con la formación inicial del profesorado. García-Carmona (2013) concibe la formación inicial del profesorado como insuficiente, ya que, en numerosas ocasiones, la didáctica inicial de los profesores de ciencias es muy similar a la que ellos recibieron como alumnos, cercana al modelo de enseñanza tradicional (Cordón, 2008), por lo que no están concibiendo

la importancia de la innovación educativa. Tal como expone García-Carmona (2013), el modelo tradicional se centra en:

- Visión de la ciencia absoluta e inductiva, centrada en el conjunto de conocimientos cerrados y únicos.
- Desconsideración de los conocimientos previos de los alumnos sobre los fenómenos que estudian.
- Consideración del alumno como un receptor pasivo y sin opinión.
- Predominación de contenidos conceptuales.
- Evaluación de los contenidos con un examen al final.

Se considera que, si los profesores reciben una buena formación, conocen las novedades del currículo y cómo deben introducirlas en la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza y/o de Biología y Geología, permitiendo la transmisión de la competencia científica más eficiente y aumentando las probabilidades que los alumnos la adquieran (García-Carmona, 2013).

## **2.4 La evaluación de la competencia científica en la enseñanza secundaria**

Otra cuestión que no se puede obviar, es la evaluación de la competencia científica. Según Rodríguez y Blanco (2016), ésta puede abordarse desde dos perspectivas: los programas de evaluación externa a los centros educativos y la innovación e investigación educativa. La primera perspectiva se relaciona con las evaluaciones estandarizadas como las que lleva a cabo el proyecto PISA (OCDE, 2006) a nivel internacional o, las Evaluaciones de Diagnóstico, a nivel estatal y autonómico (Rodríguez y Blanco, 2016). La segunda perspectiva es la de innovación e investigación educativa, un planteamiento ligeramente nuevo, por lo que hay escasas investigaciones sistemáticas sobre la evaluación competencial, pero se encuentran propuestas destacables, como la de Pedrinaci et al. (2012) y Cañal (2012).

A parte de las dos perspectivas presentadas, se tienen que tener en cuenta algunas consideraciones para poder realizar la evaluación. Primeramente, es necesario partir de un enfoque bien formulado de cómo se entiende esta competencia (Franco-Mariscal et al., 2014), es decir, de qué se pretende evaluar, ya que existen muchos enfoques, presentados con anterioridad en este trabajo (Izquierdo et al., 2015; OCDE, 2006; Pedrinaci et al., 2012). Y, atendiendo al modelo que se determine, es necesario vincular las tareas y actividades que faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje (Franco-Mariscal et al., 2014) acordes con el contexto en el que se encuentran los alumnos (Cañas et al., 2014).

Una vez se ha determinado el enfoque que se elige, en este caso el de Pedrinaci et al. (2012), por ser considerado el más completo por Franco-Mariscal et al. (2014), deben establecerse gradaciones que permitan su adquisición progresiva a lo largo de la ESO (Cañas et al., 2014), como se determina en la Tabla 4. No obstante, Rodríguez y Blanco (2016) comentan que es difícil establecer los grados de adquisición de la competencia científica, ya que es un aprendizaje que se realiza a lo largo del tiempo y no en un momento determinado.

Cada autor determina los grados de adquisición de la competencia científica teniendo en cuenta diferentes niveles y una graduación dentro de ellos. De la Mano y Moro (2009) proponen siete niveles de la competencia, nombrados del siguiente modo: “ignorante, conocedor, usuario, generalista, profesional, técnico, especialista y experto” (pp. 4). Para llegar a superar cada una de estas categorías, el alumno debe superar 4 grados de dominio de la competencia en los que se divide cada uno de los siete niveles que propone, solo así adquirirá el dominio completo de la competencia científica.

Esta propuesta se puede asemejar a la propuesta de PISA (OCDE, 2006), en la que hay 6 niveles de dominio, pero el más bajo se divide en dos, 1 y <1, con un total de 7 niveles. La clasificación dentro de los niveles se basa en la puntuación total que han obtenido los alumnos en la prueba, tal y como se muestra en la Tabla 4. No obstante, la OCDE (2013), ante las múltiples quejas por cómo se determinaba el nivel de adquisición, y la variación de alumnos que pueden encontrarse dentro de cada uno de ellos, propone definir 3 grados de adquisición: bajo, medio y alto. A pesar de las modificaciones, todavía no se encuentran los resultados de esta modificación disponibles, ya que estaban propuestas para PISA 2015.

*Tabla 4. Relación entre la puntuación y los niveles de adquisición de la competencia según PISA (OCDE, 2006)*

Nivel	Puntuación
<b>6</b>	> 708 puntos
<b>5</b>	633 – 708 puntos
<b>4</b>	559 – 633 puntos
<b>3</b>	484 – 559 puntos
<b>2</b>	409 – 484 puntos
<b>1</b>	335 – 409 puntos
<b>&lt;1</b>	< 335 puntos

Fuente: Elaboración propia

Sardà y Márquez (2009) proponen evaluar la adquisición de la competencia basándose en tres niveles, atendiendo a los intervalos definidos por la OCDE en el año 2000, mientras que otros autores que solo analizan una o varias de las capacidades de la competencia científica, proponen cuatro grados de desempeño de la capacidad de la competencia (Gallardo et al., 2014; Rodríguez y Blanco, 2016; Yus et al., 2013), numerándolas de 0 a 3, siendo 0 “no presente” y 3 “muy presente”.

Crujieras y Jiménez (2015) se basan en la nomenclatura propuesta por PISA (OCDE, 2006), por lo que la adquisición de la competencia científica se mide con una escala de desempeño compuesta por 6 niveles, siendo el último el máximo, añadiendo 4 niveles de complejidad en cada uno.

Teniendo en cuenta el problema central de este trabajo, Pedrinaci et al. (2012) asegura que solo tiene sentido evaluar las capacidades de la competencia científica si se han podido fomentar su desarrollo durante las sesiones didácticas.

#### **2.4.1 Instrumentos para la evaluación de la competencia científica**

Dejando de lado multitud de concepciones distintas sobre los grados de adquisición, donde cada autor propone el enfoque más adecuado según su estudio y las múltiples modificaciones que ha hecho PISA desde sus inicios hasta el momento actual, algunos de ellos convergen en un punto: la herramienta para estimar los grados dentro de los niveles de la competencia y determinar posibles dificultades de los alumnos, es la rúbrica (De la Orden, 2011; Rodríguez y Blanco, 2016). La rúbrica es una matriz de valoración, con los indicadores que son tenidos en cuenta en la capacidad de la competencia y los distintos niveles que pueden lograrse (Rodríguez y Blanco, 2016).

A pesar de cómo analizamos los resultados obtenidos y su significatividad, en este punto es esencial hablar de las pruebas que se realizan a los alumnos para conocer sus progresos y su rendimiento académico, los exámenes o pruebas escritas.

Rodríguez y Blanco (2016) proponen una serie de criterios para elaborar una prueba competencial de evaluación:

- Cada capacidad de la competencia científica que se evalúa debe tener una presencia equilibrada en la prueba, es decir, que se encuentre el mismo número de preguntas para cada capacidad.
- Las preguntas deben hacer referencia a contextos y/o problemas de los alumnos, que, para resolverlos, tienen que aplicar los conocimientos adquiridos en la unidad didáctica (UD).

- Los contextos y/o problemas presentados en la prueba deben ser similares a los ejemplos utilizados durante la UD, pero no los mismos.
- Las actividades de la prueba deben ser similares a las realizadas durante el desarrollo de la UD.

De los resultados del estudio de Gallardo et al. (2014), se desprende que las pruebas escritas no sirven para evaluar competencias, ya que predominan las preguntas sencillas, en las que se requieren capacidades cognitivas inferiores y contenidos poco relevantes. Por ello, proponen que las pruebas competenciales no se realicen para cada una de las competencias de forma independiente, sino que se integren todas en una única prueba, además de potenciar el uso de capacidades cognitivas de orden superior. En este último punto, Gallardo et al. (2014) coincide con Yus et al. (2013), requiriendo más tareas que potencien la transferencia, la heurística y la argumentación.

En Crujieras y Jiménez (2015), aseguran la necesidad de justificar la respuesta en los ítems de respuesta múltiple, permitiendo integrar en una pregunta sencilla y sometida al azar, capacidades de segundo orden.

### **3. METODOLOGÍA**

---

Después de analizar y exponer el estado de la cuestión sobre la concepción e implantación de la competencia científica en las aulas de la ESO, el presente estudio pretende comprobar si los alumnos, al finalizar la ESO, han adquirido las dimensiones conceptual y metodológica de dicha competencia. Para ello, se ha realizado un estudio de campo, en seis aulas de un centro concertado, para conocer la situación actual, sobre las dimensiones conceptual y metodológica de la competencia científica.

Como se ha expuesto anteriormente, la llegada de la competencia científica a las aulas no ha sido fácil, ya que ha supuesto resistencias por parte de los profesores y la necesidad que estos se adaptasen al cambio. Por ello, después de 10 años de su implantación en los currículos oficiales, debería estudiarse si esta se lleva a la práctica en el aula, lo cual pretende el presente trabajo, a escala de acción escogida: un centro concertado de Cataluña.

#### **3.1 Diseño de la investigación**

La metodología que se ha empleado en este estudio es cuantitativa, basándose en el paradigma explicativo (Briones, 1996), es decir, se ha cuantificado la información obtenida para explicar el fenómeno que se estudia. Concretamente, el fenómeno es la adquisición de las capacidades de EFC y de ID, propias de la competencia científica.

El diseño de la investigación es no experimental o *Ex post facto* (Briones, 1996), ya que el investigador no ha controlado las variables ni los grupos del estudio. Además, se estudia el fenómeno en un momento concreto del tiempo, por lo que es un estudio transversal (Bernardo y Calderero, 2000). Concretamente, es un estudio no experimental descriptivo comparativo (Rodríguez, Fonseca y Rivera, 2007), ya que se determinará si existen diferencias entre las variables de dos grupos, los alumnos de 1º y los de 4º de la ESO.

#### **3.2 Adecuación en función de los objetivos y la hipótesis de investigación**

Para poder abordar el objetivo general de esta investigación (conocer la evolución del aprendizaje de dos de las capacidades de la competencia científica en los alumnos de la ESO de un centro concertado de Cataluña), se ha concretado en varios objetivos específicos.

El primer objetivo específico, hace referencia a determinar, si, al finalizar la ESO, los alumnos del centro concertado adquieren un nivel superior de las capacidades de EFC y de ID, propias de la competencia científica. Para ello, se ha realizado una prueba competencial con 4 preguntas a los alumnos de 1º y de 4º de la ESO, ambas pruebas descritas en el punto 3.5 de este trabajo y anexadas en los Anexos 1 y 2, respectivamente. Según Crujieras y Jiménez (2015) las pruebas competenciales, como PISA, permiten conocer la adquisición de la competencia científica del alumnado, por ello, las pruebas del presente trabajo se han basado en los ítems de PISA. En Núñez, Banet y Cordón (2009), también se determina la adquisición de la capacidad de interpretar gráficas a partir de una prueba competencial basada en ítems de PISA, por ello se consideran el método óptimo para la consecución del objetivo presentado.

Una vez realizadas las pruebas competenciales a los alumnos del mismo centro concertado, se interpretaron los resultados obtenidos con una rúbrica de evaluación (ver anexo 3), para que la evaluación fuera objetiva (Crujieras y Jiménez, 2015; Rodríguez y Blanco, 2016), adaptada del *Consell Superior d’Avaluació del Sistema Educatiu* (2014). A continuación, se realizó un análisis estadístico de los resultados (Gallardo et al., 2015), para sintetizar los datos y poder determinar la contribución de cada variable del estudio en la adquisición de las capacidades EFC y ID de la competencia científica.

El segundo y el tercer objetivo específico hacen referencia al profesorado, concretamente a su visión de la competencia científica y cómo la aplican en el aula. Para ello, se ha diseñado un cuestionario, descrito con más detenimiento en el apartado 3.5 de este trabajo y en el anexo 4. El cuestionario es una herramienta de recogida de información fácil de realizar, de utilizar y de valorar (García, 2004). Además, el docente puede contestarlo en cualquier momento, sin necesidad de que el investigador intervenga durante su jornada laboral, por ello se ha considerado el mejor método para la consecución de estos objetivos.

Respecto al último objetivo de este trabajo (desarrollar una propuesta de intervención didáctica una propuesta de intervención que dé respuesta a las carencias que se detectan en los resultados de la investigación), se ha propuesto la introducción de una nueva materia obligatoria para los alumnos de 4º de la ESO, de forma que los docentes tengan un referente para que todos los alumnos tengan la misma posibilidad de adquirir la competencia científica. La propuesta se detalla en el apartado 7 de este trabajo.

A partir de los instrumentos descritos para adquirir el primer objetivo específico de este trabajo, se comprobará la validez de la hipótesis de investigación

(los alumnos del centro concertado de Cataluña, al finalizar la ESO, no adquieren niveles muy elevados de las capacidades de la competencia científica de EFC y de ID).

### 3.3 Población y muestra

El muestreo que se ha realizado ha sido no probabilístico, concretamente por conveniencia o intencional (Ochoa, 2015), ya que la muestra pertenece a un centro en el que se tiene acceso por motivos familiares.

El centro del que proceden los alumnos y los profesores de la muestra es de carácter concertado, con aproximadamente 1.200 alumnos y 78 docentes, repartidos desde la Educación Infantil hasta Bachillerato, con 3 líneas por curso (A, B y C). No hay ningún criterio de clasificación específico de los alumnos en las distintas líneas, se distribuyen de forma equitativa entre las tres aulas.

La población de estudio es el conjunto de alumnos que están cursando 1º y 4º de la ESO, durante el curso 2015/16, en este centro concertado, por lo que coincide con la muestra del estudio. La muestra está formada por 164 estudiantes, 88 de 1º de la ESO y 76 de 4º de la ESO. En este estudio, se han incluido todos los alumnos de las tres clases de cada curso del centro.

También se han tenido en cuenta a los profesores de la especialidad de Biología y Geología, concretamente a los 4 profesores que imparten las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza en 1º, 2º y 3º de la ESO y de Biología y Geología en 4º de la ESO.

### 3.4 Variables del estudio

En la Tabla 5 se muestran las variables que se han tenido en cuenta para realizar este estudio (prácticamente todas son cualitativas y están codificadas con valores de 0 a 4, dependiendo de la variable).

Tabla 5. Descripción de las variables estudiadas y rango de valores que adquieren.

Nombre de la variable	Descripción	Rango de valores
Género	Variable cualitativa que determina el sexo del participante	0: chico 1: chica
Edad	Variable cuantitativa discreta	Números enteros
Clase	Variable cualitativa que describe la clase a la que pertenecen los alumnos	1: A 2: B

		3: C
P1_EC	Variable cualitativa que determina la puntuación de la pregunta 1 de la prueba sobre la capacidad de EFC de los alumnos de 1º y de 4º de la ESO	o: No argumenta / No contesta 1: Nivel 1 2: Nivel 2 3: Nivel 3
P2_ID	Variable cualitativa que determina la puntuación de la pregunta 2 o 4 de la prueba de la capacidad de ID de los alumnos de 1º y de 4º de la ESO, respectivamente	o: Error 1: Acierto
P3_EC	Variable cualitativa que determina la puntuación de la pregunta 3 de la prueba sobre la capacidad de EFC de los alumnos de 1º y de 4º de la ESO	o: Error 1: Acierto
P4_ID	Variable cualitativa que determina la puntuación de la pregunta 4 o 2 de la prueba sobre la capacidad de ID de los alumnos de 1º y de 4º de la ESO, respectivamente	o: No argumenta / No contesta 1: Nivel 1 2: Nivel 2 3: Nivel 3
EFC	Variable cualitativa resultado de la suma de las variables P1_EC y P3_EC	Rango de valores de 0 a 4.
ID	Variable cualitativa resultado de la suma de la variable P2_EC y P4_EC	Rango de valores de 0 a 4.
DP1_EC	Variable recodificada cualitativa de la pregunta 1, que divide a los alumnos en dos grupos, los que no argumentan o no contestan las preguntas (NA/NC) y los del nivel 1, 2 y 3	o: NA/NC 1: Nivel 1, 2 y 3
DP4_ID	Variable recodificada cualitativa de la pregunta 4, que divide a los alumnos en dos grupos, los que NA/NC y los del nivel 1, 2 y 3	o: NA/NC 1: Nivel 1, 2 y 3
EFCreC3	Variable recodificada cualitativa de la variable EFC, agrupándola en 3 niveles de adquisición, como inicial, intermedio y avanzado	o: Inicial 1: Intermedio 2: Avanzado
IDrec3	Variable recodificada cualitativa de la variable ID, agrupándola en 3 niveles de adquisición, como inicial, intermedio y avanzado	o: Inicial 1: Intermedio 2: Avanzado

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Recogida de la información e instrumentos utilizados

La información se ha obtenido mediante las pruebas competenciales realizadas por los alumnos (Anexos 1 y 2) y los cuestionarios realizados por los profesores de la especialidad de Biología y Geología (Anexo 4). A continuación, se especifica cada uno de los instrumentos nombrados.

#### 3.5.1 Prueba competencial para los alumnos

En el caso de los alumnos, para poder determinar si adquieren las capacidades de EFC y de ID, se han diseñado dos pruebas competenciales, una para los alumnos de 1º de la ESO y otra para los de 4º de la ESO. Estas pruebas se han extraído y adaptado de la publicación del *Consell Superior d’Avaluació del Sistema Educatiu* (2015a) de la Generalidad de Cataluña. Además, la de 1º de la ESO se ha complementado con la propuesta de Cañas et al. (2014), de forma que en cada prueba hay dos ítems para evaluar cada una de las capacidades descritas anteriormente.

Para la selección y adaptación de las pruebas, se ha tenido en cuenta los contenidos mínimos exigidos por el RD 1105/2014, para 1º de la ESO, y por el RD 1631/2007, para 4º de la ESO. Concretamente, la prueba de 1º de la ESO se centra en el “Bloque 3. La biodiversidad en el planeta Tierra” y la prueba de 4º de la ESO en el “Bloque 2. La Tierra, un planeta en continuo cambio”. No obstante, los contenidos exigidos para la prueba de 4º de la ESO son comunes con el “Bloque 4. Transformaciones geológicas debidas a la energía interna de la Tierra” de 2º de la ESO, por lo que todos los alumnos los han cursado y estudiado.

La prueba se ha realizado a principios del tercer trimestre del curso escolar, de forma simultánea en las 6 clases de los dos cursos. Para asegurar que los alumnos tuvieran los conocimientos necesarios, se habló con el profesor de Ciencias de la Naturaleza de 1º de la ESO y con el de Biología y Geología de 4º de la ESO, y ambos aseguraron que los contenidos de las pruebas competenciales ya habían sido estudiados por los alumnos durante el curso.

La prueba competencial se compone de 4 ítems, dos de los cuales pertenecen a la primera capacidad y los otros dos a la segunda. En la Tabla 6 se pueden observar las similitudes y diferencias entre las pruebas competenciales elaboradas para 1º y 4º de la ESO.

Tabla 6. Correspondencia entre los ítems de la prueba competencial de 1º de la ESO y la de 4º de la ESO

Ítem de la prueba	Dimensión de la competencia	Capacidad de la competencia	Naturaleza del ítem	Nivel de dificultad
1	Conceptual	EFC	1º de la ESO	Bajo
			Respuesta construida	
			4º de la ESO	Mediano
2	Metodológica	ID	Respuesta construida	
			1º de la ESO	Mediano
			Opción múltiple simple	
3	Conceptual	EFC	4º de la ESO	Bajo
			Opción múltiple	
			compleja	Mediano
4	Metodológica	ID	1º de la ESO	Mediano
			Opción múltiple simple	
			4º de la ESO	Bajo
			Opción múltiple simple	

Fuente: Elaboración propia

No obstante, la principal diferencia entre ambas pruebas es que no coincide el nivel de dificultad entre el primer ítem y el segundo de la prueba de 1º y de 4º de la ESO, descrito en el informe de PISA 2015 (OCDE, 2013) como bajo, medio y alto. Esto se debe a la adaptación curricular que se ha realizado para ambos cursos.

En las pruebas competenciales hay tres tipos de preguntas:

- Respuesta construida, donde los alumnos deben responder a la pregunta que se les plantea con la ayuda de la lectura comprensiva del texto que se les ofrece y de los conocimientos que poseen.
- Opción múltiple simple, donde los alumnos deben elegir la respuesta correcta entre cuatro opciones.
- Opción múltiple compleja, donde los alumnos deben deducir qué opción es la correcta a partir de los datos que se les proporcionan.

Para interpretar los resultados de la prueba, se ha diseñado una rúbrica de evaluación, que indica la puntuación obtenida según la respuesta del alumno. La escala de puntuación va de 0 a 3, donde 0 significa que la capacidad no está presente, 1 significa que está ligeramente presente, 2 presente y 3 muy presente (Gallardo et al., 2014). Por lo que se establecen 4 niveles de desempeño para cada una de las capacidades analizadas (Gallardo et al., 2014; Rodríguez y Blanco, 2016; Yus et al., 2013). En el anexo 3 se puede ver la rúbrica de evaluación que se ha elaborado a partir de las recomendaciones del *Consell Superior d’Avaluació del Sistema Educatiu* (2014).

### **3.5.2 Cuestionario para los docentes**

Para analizar la opinión de los docentes de Biología y Geología sobre la competencia científica y el papel que ejercen en su adquisición por parte de los alumnos, se ha realizado un cuestionario a través de una herramienta de Tecnología de la Información y de la Comunicación (TIC), *survio*, para no intervenir durante el horario lectivo de los docentes.

El cuestionario se ha adaptado de Aguirre et al. (2013) y de Hervás, Sánchez-Paniagua, Rodríguez-Rodríguez, Mateos-Aparicio y Martín-Fernández (2015). Además, ha sido validado por el psicopedagogo del centro estudiado y por una profesora funcionaria de la especialidad de Biología y Geología.

El cuestionario tiene un total de 20 preguntas, divididas en 4 bloques, como muestra la Tabla 7. Las preguntas que conforman el cuestionario presentan diferente naturaleza (Fernández, 2007):

- Preguntas abiertas: 2 y 3
  - Preguntas cerradas:
    - De respuesta dicotómica y excluyente: 1, 4, 6, 7, 9 y 10
    - De respuesta múltiple y no excluyente: 5 y 8
    - Ordinal (excluyente y ordenada por intensidad): 11 – 20
- En este caso, las preguntas han sido escaladas de 1 a 4, para eliminar la categoría de los indecisos.

*Tabla 7. Relación entre los bloques y las preguntas del cuestionario de los profesores de la especialidad de Biología y Geología del centro concertado.*

<b>Bloque</b>	<b>Número de preguntas</b>
1. Información personal	1, 2, 3, 4 y 5
2. Información sobre la competencia científica	6, 7 y 12

2. Didáctica de la competencia científica	10, 11, 13, 14, 15, 16 y 20
3. Evaluación de la competencia científica	9, 8, 17, 18 y 19

Fuente: Elaboración propia

### 3.6 Tratamiento estadístico de los datos

Los datos obtenidos en las pruebas competenciales, han sido recopilados en una base de datos y se han analizado estadísticamente con la ayuda del programa informático IBM SPSS Statistics Versión 21 para OSX El Capitán Versión 10.11.14.

Para poder analizar los resultados de las pruebas competenciales, se han agrupado las preguntas de 1º de la ESO y las de 4º de la ESO atendiendo a la capacidad que miden, generando 4 variables. En la Tabla 8 se muestra la relación entre las preguntas de las pruebas de 1º y de 4º de la ESO.

Tabla 8. Relación entre las preguntas del cuestionario de 1º y de 4º de la ESO y las variables diseñadas.

Pregunta de la prueba competencial		
Nombre de la variable	1º de la ESO	4º de la ESO
P1_EC	1	1
P2_ID	2	4
P3_EC	3	3
P4_ID	4	2

Fuente: Elaboración propia

La suma de las variables P1\_EC y P3\_EC, generan una sola variable, EFC, la que permite determinar el nivel de adquisición de la capacidad de EFC, mientras que la suma de las variables P2\_ID y P4\_ID, permite generar la variable ID, que determina el nivel de adquisición de la capacidad de ID.

A partir de estadística descriptiva, se han obtenido las características de la muestra de estudio y el porcentaje de alumnos según los resultados de las pruebas competenciales de ambos cursos.

Para poder verificar si existían diferencias entre los resultados de ambos cursos, primeramente, se ha determinado la independencia entre las variables. Para ello, se han contrastado dos a dos las variables del estudio con un test estadístico no paramétrico, la prueba de Chi-cuadrado de Pearson (Barón y Téllez, 2004a). A continuación, para determinar si los resultados de las pruebas en ambos cursos fueron similares, se realizaron contrastes no paramétricos con el test de Kruskal-Wallis y comparación de medianas con la prueba t-student (Barón y Téllez, 2004b),

comprobando la igualdad de varianzas con el test de Levene. El nivel de significación es de 0,05.

Además, se han recodificado las variables de las preguntas 1 y 4, para poder discriminar los alumnos que no han contestado o se han equivocado con los demás, para ver si el número de alumnos que no tratan de resolver la pregunta, disminuye en 4º de la ESO.

Finalmente, se han recodificado las variables EFC e ID en 3 niveles (OCDE, 2013), inicial, intermedio y avanzado (Departamento de Educación, 2009), para determinar en qué nivel se encuentran los alumnos.

En el caso del análisis de los cuestionarios realizados a los profesores de la especialidad de Biología y Geología de la ESO, se ha realizado a partir de estadística descriptiva, obtenida del soporte informático de *survio*.

Para analizar las respuestas de la escala tipo Likert, de 1 a 4, siendo 1 nunca, 2 casi nunca, 3 casi siempre y 4 siempre, se han analizado las medidas de tendencia central, como la moda.

No obstante, debido al tamaño de la muestra, también se han tenido en cuenta los resultados con valores absolutos, ya que permiten una interpretación de los resultados más sencilla.

## 4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La muestra está formada por 164 alumnos, de los cuales 88 pertenecen a 1º de la ESO (43,2% mujeres) y 76 a 4º de la ESO (59,2% mujeres), y por 4 docentes de la especialidad de Biología y Geología de la ESO.

La primera parte de los resultados se centrará en la comparación de los resultados de la muestra de los alumnos y, a continuación, los resultados obtenidos del cuestionario de los docentes.

### 4.1 La prueba competencial de los alumnos

La muestra de alumnos se ha estratificado según el curso que realizan, es decir, 1º de la ESO o 4º de la ESO. En la Tabla 9 se pueden ver las principales características descriptivas de la muestra, así como los resultados obtenidos en las pruebas competenciales.

Se han contrastado los resultados de las pruebas con las variables género, grupo de clase y cursar la optativa de Biología y Geología en 4º de la ESO. No obstante, solo se han detectado diferencias significativas entre la pregunta 1 de la prueba competencial de 4º de la ESO y los alumnos que no cursan la optativa (50%) ( $p<0,05$ ), contestándola peor, como se puede ver en el anexo 5.

*Tabla 9. Características descriptivas de la muestra de alumnos estratificada según el curso que realizan, 1º de la ESO o 4º de la ESO.*

	<b>1º de la ESO</b> (n=88; 53,7%)	<b>4º de la ESO</b> (n=76; 46,3%)
<b>Género, n chicas (%)</b>	38 (43,2%)	45 (59,2%)
<b>Clase, n (%)</b>		
A	29 (33,0%)	25 (32,9%)
B	29 (33,0%)	22 (28,9%)
C	30 (34,1%)	29 (38,2%)
<b>Edad, mediana (sd)</b>	12 (0,546)	15 (0,501)
<b>Pregunta 1 EFC, n (%)</b>		
1	8 (9,1%)	30 (39,5%)
2	17 (19,3%)	9 (11,8%)
3	6 (6,8%)	3 (3,9%)
<b>Pregunta 2 ID, n (%)</b>		
Correcta	18 (20,5%)	45 (59,2%)
<b>Pregunta 3 EFC, n (%)</b>		

	Correcta	26 (29,5%)	62 (81,6%)
<b>Pregunta 4 ID, n (%)</b>			
1	36 (40,9%)	2 (2,6%)	
2	3 (3,4%)	3 (3,9%)	
3	27 (30,7%)	43 (56,6%)	
<b>EFC, n (%)</b>			
0	38 (43,2%)	7 (9,2%)	
1	25 (28,4%)	34 (44,7%)	
2	14 (15,9%)	23 (30,3%)	
3	11 (12,5%)	9 (11,8%)	
<b>ID, n (%)</b>			
0	18 (20,5%)	11 (14,5%)	
1	31 (35,2%)	17 (22,4%)	
2	12 (13,6%)	3 (3,9%)	
3	22 (25,0%)	21 (27,5%)	

n (número de alumnos); sd (desviación estándar)

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la evolución de la adquisición de las capacidades conceptual y metodológica de la competencia científica de 1º de la ESO a 4º de la ESO, se han determinado si existen diferencias significativas entre las preguntas de las pruebas competenciales de ambos cursos, con el test de Kruskal-Wallis y comparación de medias con el test t-student, con un nivel de significación de 0,05.

Al analizar la primera pregunta de ambas pruebas, que pertenece a la capacidad de EFC, no se han detectado diferencias significativas entre los dos cursos, como se observa en el Gráfico 1. No obstante, al analizar la variable recodificada de la pregunta 1, se observan diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre los alumnos que no contestan o no argumentan la pregunta (NA/NC) y los demás, siendo en 4º de la ESO menor el número de alumnos que realizan de forma incorrecta la pregunta (ver anexo 5), como se observa en el Gráfico 2.

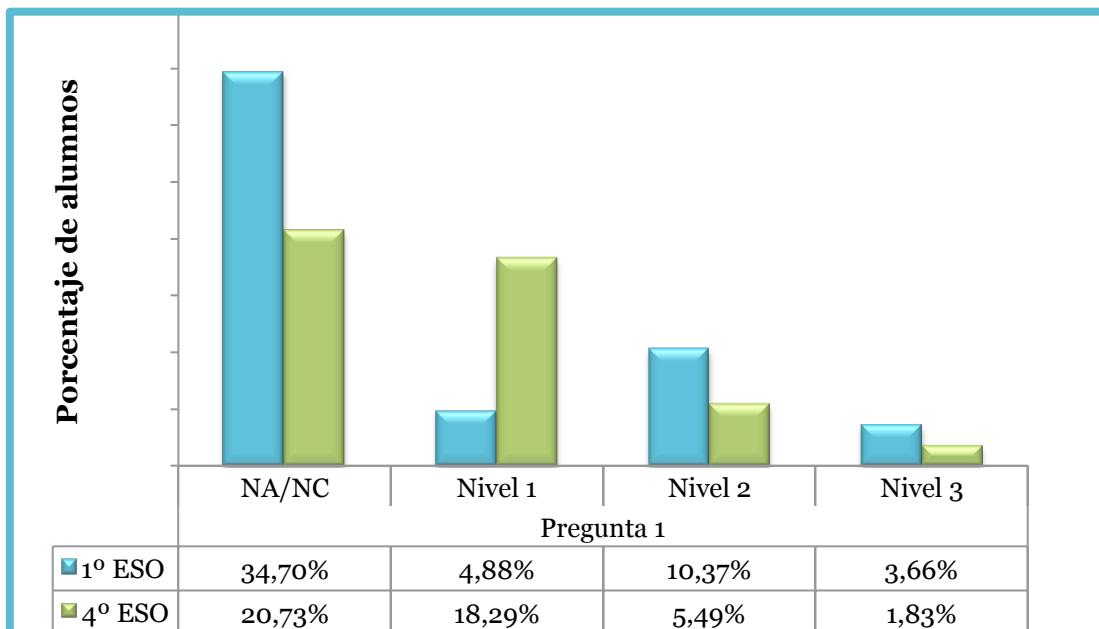


Gráfico 1. Resultados de la pregunta 1 de la prueba de 1º de la ESO. (Fuente: Elaboración propia)

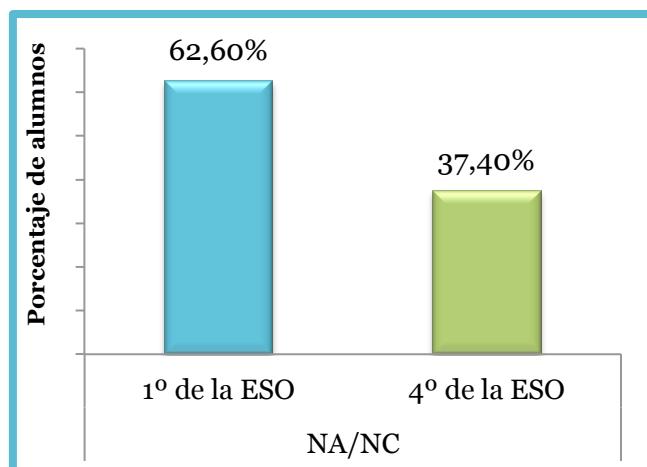


Gráfico 2. Porcentaje de alumnos de 1º y 4º de la ESO que no argumentan o no contestan (NA/NC) la pregunta 1 de las pruebas competenciales. (Fuente: Elaboración propia)

En la segunda pregunta de la prueba de 1º de la ESO y la cuarta de la de 4º de la ESO, que pertenece a la capacidad de ID, se observan diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre los resultados obtenidos de estas preguntas y los cursos que realizan los alumnos (ver anexo 5). En 4º de la ESO hay más alumnos que contestan mejor esta pregunta, como se observa en el Gráfico 3.

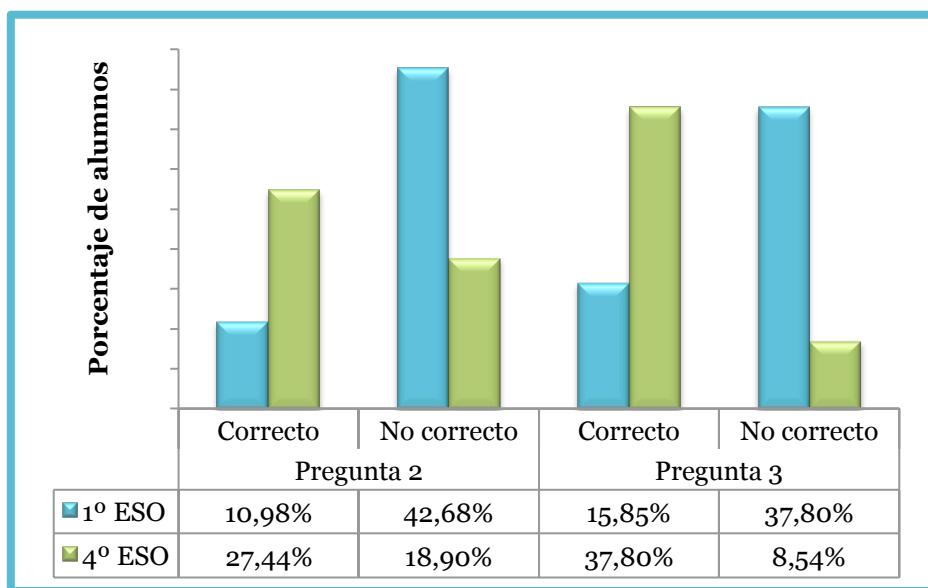


Gráfico 3. Resultados de la pregunta 2 y 3 de la prueba de 1º de la ESO y de la pregunta 4 y 3 de la prueba de 4º de la ESO. (Fuente: Elaboración propia)

En la tercera pregunta de ambas pruebas, que pertenece a la capacidad de EFC, también se detectan diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre los resultados de ambos cursos, ya que en 4º de la ESO la puntuación media es de 0,82 ( $sd=0,390$ ), mientras que en 1º de la ESO es de 0,30 ( $sd=0,459$ ), por lo que en 4º de la ESO hay más alumnos que han contestado correctamente esta pregunta, como se observa en el Gráfico 3 y en el anexo 5.

Al analizar la cuarta pregunta de la prueba de 1º de la ESO y la segunda de la prueba de 4º de la ESO, que pertenece a la capacidad de interpretar datos y pruebas científicas, se observan diferencias significativas al comparar las medias de ambos cursos ( $p<0,05$ ), como se observa en el Gráfico 4 y en el anexo 5. No obstante, con el test de Kruskal-Wallis, no se detectan diferencias significativas en esta pregunta ( $p=0,136$ ), resultado que puede venir dado porque en los niveles 1 y 2 el número de alumnos es menor de 5, generando resultados diferentes entre las pruebas no paramétricas (Siegel y Castellan, 1988).

No se han detectado diferencias significativas entre los alumnos que NC/NA de 1º de la ESO con los de 4º de la ESO.

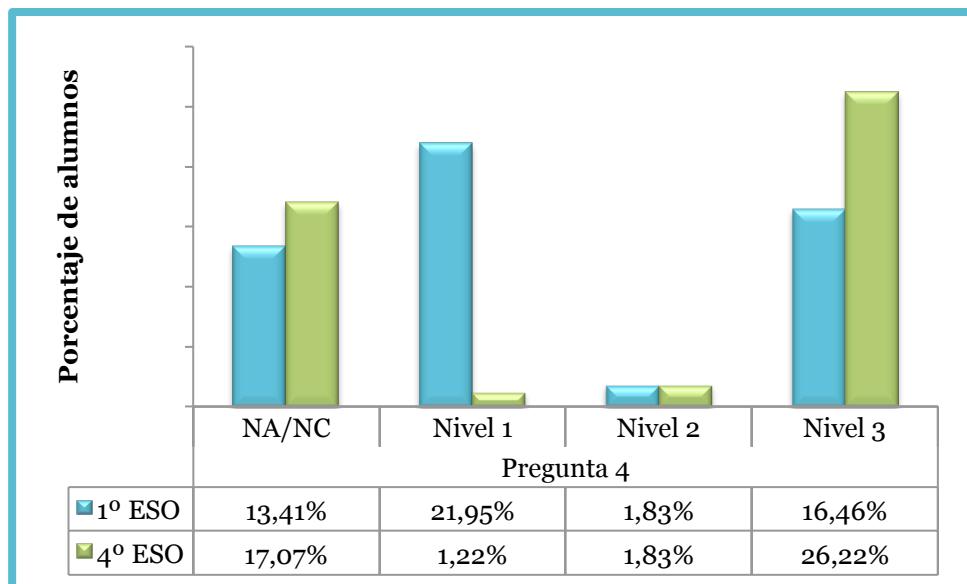


Gráfico 4. Resultados de la pregunta 4 de la prueba de 1º de la ESO y de la pregunta 2 de la prueba de 4º de la ESO. (Fuente: Elaboración propia)

El análisis del índice de EFC, determina que hay diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre los dos cursos, con unas medias de 0,98 ( $sd=1,050$ ) en 1º de la ESO y 1,57 ( $sd=0,957$ ) en 4º de la ESO. Su evolución se puede observar en el Gráfico 5 y en el anexo 5.

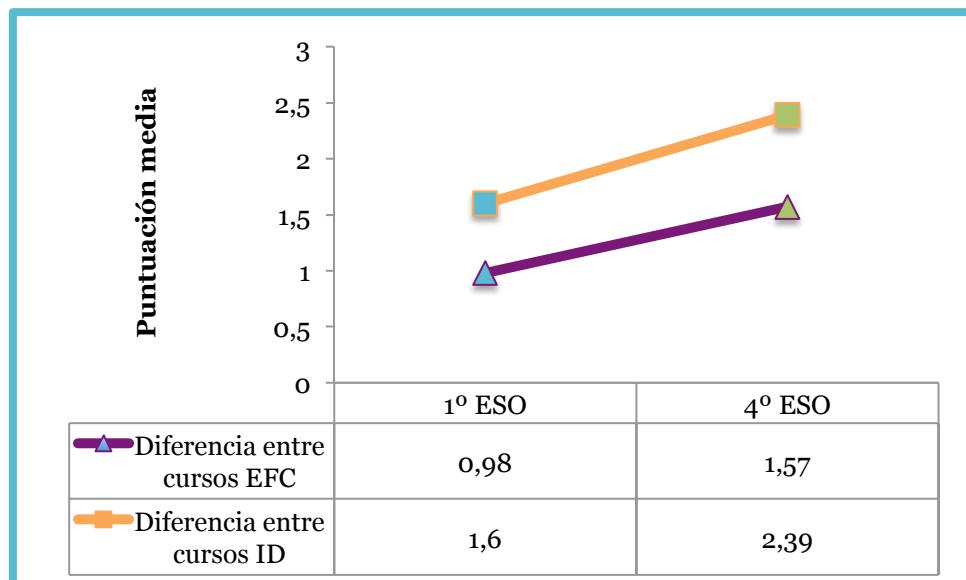


Gráfico 5. Diferencia de la puntuación media de los índices EFC e ID entre los alumnos de 1º y 4º de la ESO. (Fuente: Elaboración propia)

A su vez, el análisis del índice ID, también ha determinado que se encuentran diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre los dos cursos, con una puntuación de 1,60

( $sd=1,227$ ) de media en 1º de la ESO y 2,39 ( $sd=1,488$ ) en 4º de la ESO. Su evolución se puede observar en el Gráfico 5 y en el anexo 5.

Al contrastar los índices anteriores con el grupo de alumnos de 4º de la ESO que cursan la optativa de Biología y Geología y los que no, en el índice EFC se han detectado diferencias significativas ( $p<0,05$ ), con mejores puntuaciones en los alumnos que cursan la optativa (ver anexo 5). La diferencia entre las puntuaciones medias del índice EFC se pueden observar en el Gráfico 6. En el caso del índice ID, no se han detectado diferencias significativas, a pesar de que en el grupo de alumnos que no cursan la optativa, se observa una puntuación ligeramente mayor que en el otro grupo de alumnos.

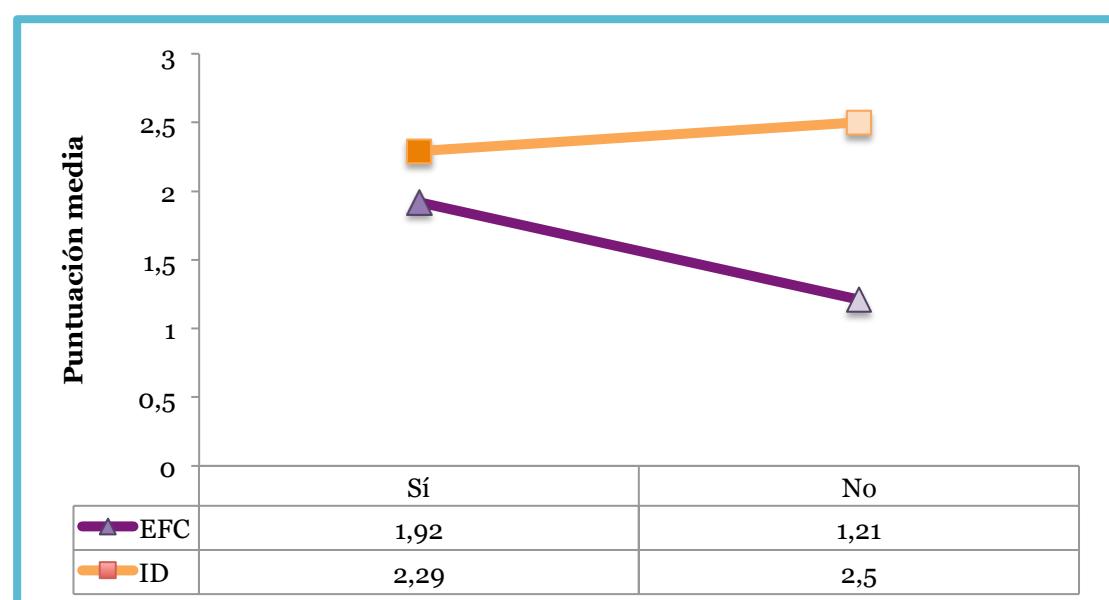


Gráfico 6. Diferencia de la puntuación media de los índices EFC e ID entre los alumnos que cursan la optativa de Biología y Geología en 4º de la ESO y los que no la cursan. (Fuente: Elaboración propia)

Al recodificar las variables de los índices EFC y ID atendiendo a los 3 niveles de adquisición de las capacidades de la competencia científica, inicial, intermedio y avanzado (Departamento de Educación, 2009), siguen apareciendo diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre los cursos estudiados y ambos índices, como se observan en el Gráfico 7 y 8.

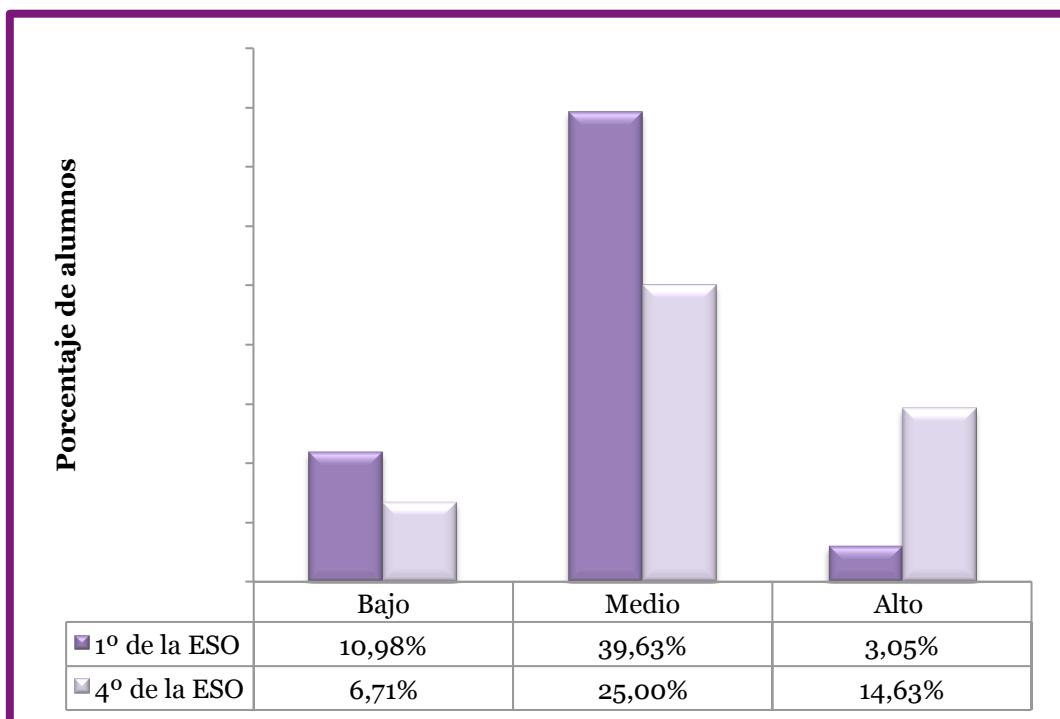


Gráfico 7. Distribución de los alumnos de 1º y 4º de la ESO en los niveles de adquisición de la capacidad EFC, bajo, medio o alto. (Fuente: Elaboración propia)

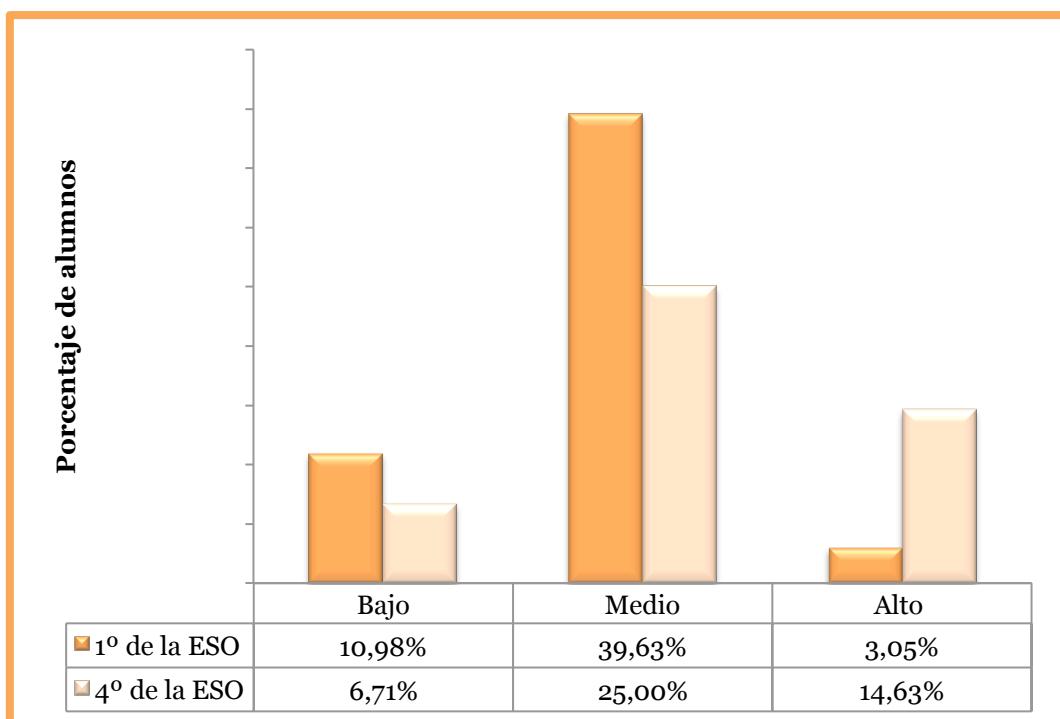


Gráfico 8. Distribución de los alumnos de 1º y 4º de la ESO en los niveles de adquisición de la capacidad ID, bajo, medio o alto. (Fuente: Elaboración propia)

## 4.2 El cuestionario de los docentes de la especialidad de Biología y Geología

La muestra de docentes de la especialidad de Biología y Geología son 4, donde 3 son mujeres. La edad media de la muestra es de 51 años ( $sd=3,304$ ), con una experiencia docente media de 27 años ( $sd=6,055$ ). Todos los docentes solo trabajan en este centro y cada uno de ellos ejerce la docencia de Ciencias de la Naturaleza o de Biología y Geología en un curso de la ESO.

No obstante, hay un docente de la muestra que ha realizado formación para aplicar la competencia científica en el aula, mientras que los tres restantes no han realizado formación. Todos los docentes coinciden en que no han recibido la información necesaria sobre la competencia científica, pero casi siempre se basan en las dimensiones y capacidades de la competencia científica para diseñar sus actividades didácticas (moda=3).

Respecto a las herramientas que utilizan para evaluar el proceso de enseñanza – aprendizaje de los alumnos, se puede observar su distribución en el Gráfico 9. Destaca que todos los docentes utilizan los exámenes escritos, mientras que dos utilizan el trabajo cooperativo y solo uno las pruebas orales. Además, utilizan otros instrumentos de evaluación, como los experimentos de laboratorio, los apuntes, ejercicios realizados en clase y trabajos de investigación.

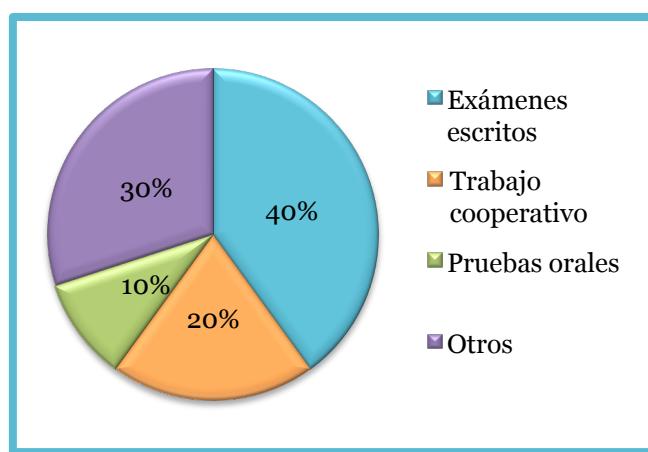


Gráfico 9. Instrumentos de evaluación que utilizan los docentes en sus sesiones. (Fuente: Elaboración propia)

La mayoría de los docentes encuestados (3 de 4), han cambiado su forma de realizar los exámenes escritos, pero dos de ellos aseguran que no tienen el tiempo suficiente para adaptar su ejercicio docente a los requisitos de la competencia científica.

Los docentes suelen usar los exámenes para evaluar los contenidos (moda=3), pero casi nunca los utilizan exclusivamente para evaluar el nivel que han alcanzado los alumnos (moda=2).

Si nos centramos en cómo realizan la didáctica de la competencia científica, dos de los docentes casi siempre diseñan las actividades de aprendizaje para adquirir los objetivos, mientras que uno siempre lo realiza. Además, 2 de 4 relacionan los contenidos con situaciones reales, proponen actividades didácticas para favorecer el aprendizaje autónomo y las relacionan con situaciones cotidianas. Cuando inician una unidad didáctica, 3 de 4 profesores especifican, casi siempre, todas las cuestiones de interés de los alumnos y 2 de 4 siempre diseñan actividades de aplicación de los contenidos a situaciones de la vida real.

En el anexo 6 se puede ver la estadística descriptiva de los resultados obtenidos en los cuestionarios realizados por los docentes.

## 5. DISCUSIÓN

En este estudio se ha analizado la evolución de la adquisición de las capacidades de EFC y de ID de la competencia científica, de 1º a 4º de la ESO. Los principales resultados que se desprenden son que los alumnos de 4º de la ESO presentan mejores puntuaciones en los índices EFC e ID que los alumnos de 1º de la ESO, como se puede ver en el Gráfico 5. Los niveles de desempeño del índice EFC oscilan de 0 a 1 en 1º de la ESO y de 1 a 2 en 4º de la ESO, mientras que los del índice ID tienen un rango de 1 a 2 en 1º de la ESO y un valor de 2 en 4º de la ESO, por lo que adquieren un nivel intermedio. Este aumento puede venir dado por el papel del docente de 3º de la ESO, ya que asegura que siempre relaciona los contenidos con situaciones de la vida real. No obstante, los estudios de Marbà-Tallada y Márquez (2010) y Solbes, Montserrat y Furió (2013), demuestran que a medida que aumenta el tiempo de escolarización, disminuye el interés por la ciencia, hecho que podría justificar los bajos niveles adquiridos de las capacidades EFC e ID al finalizar la ESO. Las razones de este desinterés se deben a una valoración social negativa de la ciencia, a la relación entre el aprendizaje de las ciencias y el género, a la posición que ocupan las ciencias en el sistema educativo español y a la enseñanza de las ciencias centrada en aspectos conceptuales y propedéuticos (Solbes et al., 2013).

Respecto a la relación entre la adquisición de las capacidades EFC e ID y el género, en este estudio no se han detectado diferencias significativas. No obstante, hay muchas evidencias que aseguran que los chicos tienen mejores resultados en ciencias que las chicas (Marbà-Tallada y Márquez 2010) y en Solbes et al. (2013) se concreta que los chicos tienen una mejor calificación en ingeniería, física y matemáticas, mientras que las chicas la tienen en ciencias de la naturaleza y salud. A nivel general, en Córdoba, García, Luengo, Vizuete y Feu (2011) se determina que las chicas tienen un mayor nivel motivacional que los chicos, tanto intrínsecamente como extrínsecamente, hecho que repercute en mejores calificaciones.

Al analizar únicamente a los alumnos de 4º de la ESO, se observaron diferencias significativas en el índice EFC entre los que cursan la optativa de Biología y Geología y los que no, capacidad referente a la dimensión conceptual (Pedrinaci et al., 2012), como se observa en el Gráfico 6. La prueba competencial realizada estaba adaptada atendiendo a los contenidos de la materia de Biología y Geología de 4º de la ESO, pero comunes al “Bloque 4. Transformaciones geológicas debidas a la energía interna de la Tierra” (LOE, 2006) de 2º de la ESO, por lo que todos los alumnos tendrían que tener los conocimientos requeridos para la prueba. No obstante, estos resultados demuestran que el hecho de no cursar la optativa, repercute en peores niveles de adquisición de esta capacidad, por lo que la asunción según la cual la

adquisición de estas capacidades de la competencia científica viene dada por el conocimiento que debe tener el alumno al finalizar la ESO (*Consell Superior d'Assessament del Sistema Educatiu*, 2015b), no se cumple en este estudio, ya que, probablemente, los alumnos no recuerdan el temario de Ciencias de la Naturaleza de 2º de la ESO, y más aún si no les atraen las ciencias.

Ante el resultado anterior expuesto, el currículo oficial trata de forma diferente a las materias científicas que otras materias, por ejemplo, en lo que respecta a horarios y optativas. Solbes et al. (2013) aseguran que las Ciencias de la Naturaleza y Biología y Geología están en desventaja con otras materias, ya que los alumnos realizan menos horas semanales y su carácter es optativo a partir de 3º de la ESO. Estos motivos no facilitan que la competencia científica forme parte de todos los futuros ciudadanos. Por ello, en los resultados del presente estudio se observa el bajo nivel de adquisición de las capacidades EFC e ID que obtienen los alumnos al finalizar la ESO y, en las diferencias entre los alumnos que cursan la optativa en 4º de la ESO y los que no.

Además, el temario de ciencias que se recoge en el currículo oficial no es del interés de los alumnos, considerándolo difícil, aburrido y alejado de la realidad (Marbà-Tallada y Márquez, 2010), dificultando la adquisición de la competencia científica. No obstante, los profesores de la muestra de 1º de la ESO y 3º de la ESO siempre relacionan los contenidos con situaciones reales, por lo que facilitan la adquisición de las capacidades de EFC e ID, pero los docentes de 4º y de 2º casi nunca lo realizan, pudiendo ser una de las razones por la que los niveles de desempeño sean bajos.

Las herramientas de evaluación también pueden inducir el desinterés de los alumnos por la ciencia (Solbes et al., 2013). Todos los docentes de la muestra aseguran que utilizan exámenes para evaluar los conocimientos que han adquirido los alumnos, herramienta que no facilita la evaluación de contenidos innovadores (Acevedo et al., 2003) y se centra en evaluar contenidos conceptuales y propedéuticos (Solbes et al., 2013). No obstante, también aseguran que no se basan solo en esta herramienta y que todos, menos el docente de 3º de la ESO, han cambiado su forma de realizar los exámenes, hechos que permiten evaluar mejor las capacidades de la competencia científica y que los alumnos vean que los contenidos son de utilidad (Solbes et al., 2013). Esto puede hacer aumentar el interés de los alumnos por la ciencia y, con él, una mayor adquisición de la competencia científica.

Al centrarnos en los alumnos de 1º de la ESO, se observan niveles diferentes en los índices EFC e ID, con un nivel de adquisición mayor en la capacidad de ID (Gráfico 5). Aunque en cada capacidad el alumno puede tener diferentes niveles de

adquisición (De la Mano y Moro, 2009), la diferencia puede venir dada por la falta de práctica en la aplicación de los contenidos estudiados a un problema cotidiano, como se les pedía que realizaran en la pregunta 1 y 3 de la prueba competencial, o por la falta de adquisición de los contenidos exigidos en estas preguntas. Según el docente de este curso, en sus sesiones siempre propone actividades basadas en situaciones cotidianas y/o problemáticas. Cañas, Martín-Díaz y Nieda (2005) comentan que los alumnos de 1º de la ESO tienen dificultades en determinar las funciones de los seres vivos, pero la mayoría pueden interpretar gráficos sencillos, siendo la justificación de la diferencia que se muestra entre ambos índices.

Al agrupar a los alumnos entre los que contestan y los que NC/NA, el porcentaje de alumnos que NC/NA las preguntas en 4º de la ESO es menor que en 1º de la ESO, mostrando diferencias significativas en 3 de las 4 preguntas de las pruebas, las dos que miden la capacidad EFC y una de la capacidad ID, como se observa en el Gráfico 2. Esta diferencia puede venir dada por los conocimientos que han adquirido los alumnos al finalizar la ESO, ya que según Cañas et al. (2005), la mitad conoce la teoría de tectónica de placas y saben interpretar gráficos y datos sencillos, por lo que responden mejor al tipo de preguntas de la prueba competencial que realizaron que los de 1º de la ESO.

Un factor que contribuye al aprendizaje de la competencia científica son los profesores. En la muestra del presente estudio, se ha podido determinar que a lo largo de la ESO hay docentes que sí que facilitan su adquisición, mientras que otros no. Solbes et al. (2013) determinan cuatro razones por las que el profesorado no contribuye a la adquisición de la competencia científica. La primera de ellas es la tradición de la enseñanza de las ciencias en el sistema educativo, basándose en un modelo de transmisión-recepción (Jiménez, 2000), la siguiente es que no tienen tiempo de dar todo el currículo, que no tienen conexión con la sociedad y que el profesor desconoce el concepto de competencia. En la muestra del presente estudio, los 4 docentes aseguran que no han recibido información sobre la competencia científica y solo el de 1º de la ESO ha realizado formación específica sobre ella. También aseguran que los profesores de 1º y 4º de la ESO no disponen del tiempo necesario para preparar actividades centradas en su adquisición y solo los de 1º y 3º de la ESO relacionan los contenidos con situaciones de la vida real, reforzando las razones propuestas por Solbes et al. (2013).

Otro punto a destacar del profesorado es la formación. En nuestra muestra, solo uno de los docentes, el de 1º de la ESO, había recibido formación referente a la competencia científica, pero no tenía tiempo para aplicarlo en el aula, mientras que el resto de profesorado no había recibido ningún tipo de formación al respecto. Según

García-Carmona (2013), si los profesores reciben una buena formación sobre las novedades del currículo y cómo deben introducirlas en la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza y/o de Biología y Geología, la transmisión de la competencia científica es más eficiente y hay más probabilidades que los alumnos la adquieran. La falta de formación del profesorado podría ser otro factor que explicase los bajos niveles de adquisición de la competencia científica al finalizar la ESO, como asegura Solbes et al. (2013).

A parte de la figura del docente, inciden una gran cantidad de factores socioculturales en el alumno, que pueden facilitar o dificultar la adquisición de la competencia científica. Uno de ellos es la composición familiar y su nivel de estudios (Córdoba et al., 2011). El centro concertado donde se han realizado las pruebas, está en una zona cultural baja, por lo que la mayoría de alumnos que cursan ESO proceden de familias de clase media-baja. Esto puede ser otro factor precipitante del bajo nivel de adquisición de las capacidades estudiadas. En García (2009) se asegura que otro factor a tener en cuenta es la situación del mercado laboral, es decir, los beneficios que se asocian a un trabajo. Debido al tiempo de crisis económica, el mercado laboral se ha visto muy perjudicado, especialmente entre los jóvenes (Martínez-Otero, 2014), por lo que los alumnos pueden sentir una gran desmotivación debido a la incertezza de su futuro, llevándoles a obtener peores calificaciones y bajos niveles de adquisición de la competencia científica.

Teniendo en cuenta el carácter del centro, en Córdoba et al. (2011) se descubre que influye en los resultados académicos de los alumnos, concluyendo que los resultados son mejores en un centro privado que en uno público. A pesar de los resultados comentados, el estudio de Corten y Dronkers (2006), basado en los datos de PISA del año 2000 de 19 países, concluye que el rendimiento académico de los alumnos de clase social media-baja es mejor si van a una escuela concertada que a una pública. Aun así, se encuentran muchas controversias en la influencia de esta variable con los resultados de los alumnos (Martínez y Ferré, 2007). No obstante, en el presente estudio, las pruebas han sido realizadas en un único centro concertado, sin posibilidad de comparar los resultados con un centro público o privado, pero según la conclusión extraída de Corten y Dronkers (2006), el nivel competencial adquirido por los alumnos, se ve mejorado al acudir al centro concertado.

## 6. CONCLUSIONES

---

Durante el transcurso de este trabajo, se han podido asumir cada uno de los objetivos que fueron planteados inicialmente. Seguidamente se irán mostrarán las conclusiones que se desprenden de cada objetivo específico planteado inicialmente:

- Del objetivo específico 1, se desprende que al finalizar la ESO, los alumnos del centro concertado estudiado, adquieren niveles entre bajos e intermedios de las capacidades de explicar fenómenos científicamente (EFC) y de interpretar datos y pruebas científicas (ID). A pesar que existen diferencias entre los niveles de adquisición de ambas capacidades entre 1º de la ESO y 4º de la ESO, se cree que son insuficientes para desenvolverse durante la vida adulta con los conocimientos científicos suficientes.
- Los resultados de esta investigación inducen a la necesidad de introducir modificaciones en el tratamiento de las materias científicas en 4º de la ESO en el sistema educativo, ya que su carácter optativo dificulta que todos los alumnos puedan adquirir de la misma manera la competencia científica. Ante estas diferencias, los resultados de las pruebas competenciales se pueden ver reducidos, a pesar que se centren prioritariamente en los contenidos de materias científicas hasta 3º de la ESO. Para ofrecer y favorecer una situación de igualdad entre los alumnos que cursan, o no, optativas científicas, se propone una intervención educativa, con la introducción de actividades didácticas científicas para todos los alumnos. Esta propuesta se basa en la resolución de problemas de la vida diaria o en habilidades para buscar y seleccionar información de diversas fuentes, fomentando la adquisición de la competencia científica. Con ella, se induce a la consecución del objetivo específico 4.
- En los objetivos referentes al profesorado de la especialidad de Biología y Geología, el 2 y 3, la investigación ha diagnosticado que todos los docentes no han recibido información y solo uno ha realizado formación sobre la competencia científica, hechos que dificultan la modificación de su tarea docente para que puedan fomentar la adquisición de la competencia científica. Justamente los docentes de 1º y de 4º de la ESO, no disponen del tiempo necesario para realizar actividades competenciales y basadas en situaciones de la vida real, por lo que se puede ver reflejado en que los niveles de adquisición de las capacidades de EFC e ID, al finalizar la ESO, sean intermedios, pero superiores que en 1º de la ESO, gracias al fomento realizado por los docentes de 2º y 3º de la ESO.

Con la consecución de todos los objetivos específicos de la investigación, se entiende cumplido el objetivo general. Se ha determinado que existe una evolución en la adquisición de las capacidades EFC e ID de la competencia científica, pasando de un nivel de desempeño de 0-1 a 1-2, en la primera capacidad, y de 1-2 a 2 en la segunda capacidad.

Los resultados del estudio nos llevan a aceptar la hipótesis que se ha planteado inicialmente: “Los alumnos del centro concertado de Cataluña, al finalizar la ESO, no adquieren un nivel de adquisición avanzado de las capacidades de la competencia científica de explicar fenómenos científicamente y de interpretar datos y pruebas científicas.”

Se ha comprobado que los alumnos al finalizar la ESO no adquieren unos niveles muy elevados de las capacidades de EFC e ID. Las razones de esto, no se han podido comprobar en este estudio, pero apuntan a un desinterés por la ciencia y por el bajo nivel de estudios de las familias de muchos de los alumnos que acuden a este centro.

## 7. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Como se ha hecho referencia en el apartado anterior, a continuación, se propone la intervención didáctica para solucionar las desigualdades a las que se enfrentan los alumnos de 4º de la ESO al realizar la prueba de la competencia científica, por el hecho de no cursar materias que fomenten su adquisición. La propuesta está acorde con el Proyecto Educativo de Centro (PEC) (2015-2016) del centro concertado analizado.

Por ello, se propone la introducción de actividades complementarias para todos los alumnos una vez cada dos meses, centradas en solucionar problemas de la vida cotidiana y a buscar y seleccionar información científica, a partir del uso del conocimiento científico. Este enfoque de las actividades permite desarrollar numerosas capacidades y dimensiones de la competencia científica (Franco-Mariscal et al., 2014; Yus et al., 2013).

Su realización, permitirá que el desinterés de los alumnos por la ciencia disminuya al ver sus aplicaciones reales y útiles, aumentando su motivación y ganas de aprender ciencias. No obstante, es una actividad que requerirá la implicación del docente, ya que deberá motivar a los alumnos durante las sesiones de resolución de problemas.

Además, el Decreto 187/2015, de 25 de agosto, determina que, en la comunidad autónoma de Cataluña, los alumnos de 4º de la ESO deben realizar un Proyecto de investigación en grupo. Para que la realización de este proyecto sea correcta, los alumnos deben estar preparados y tener los conocimientos necesarios para realizarlo. Por ello, ambas actividades propuestas, permiten que los alumnos empiecen a adquirir las capacidades necesarias para poder abordar el proyecto de investigación que se les exige a final de curso.

### 7.1 Pensando en un problema

En la Tabla 10 se muestra el planteamiento de una de las actividades que se podrían plantear, centrándose en la resolución de problemas propuestos por los propios alumnos, a partir del método científico.

*Tabla 10. Descripción de la propuesta de intervención requerida ante los resultados obtenidos en este estudio.*

<b>Pensando en un problema</b>	
<b>Objetivos</b>	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Determinar un problema de la vida cotidiana.</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar el método científico para su resolución.</li> <li>• Trabajar de forma colaborativa entre los alumnos.</li> <li>• Despertar el interés para la ciencia en todos los alumnos.</li> <li>• Formar futuros ciudadanos con los conocimientos científicos necesarios para la vida.</li> <li>• Aprender a buscar información y seleccionarla de forma crítica.</li> </ul>				
<b>Dimensiones y capacidades de la competencia científica</b> (Pedrinaci et al., 2012)				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensión conceptual <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Capacidad de utilizar los conceptos y modelos científicos para analizar los problemas</li> </ul> </li> <li>• Dimensión metodológica <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación.</li> <li>◦ Capacidad de obtener información relevante para la investigación.</li> <li>◦ Capacidad de procesar la información obtenida.</li> <li>◦ Capacidad de formular conclusiones fundamentadas.</li> </ul> </li> <li>• Dimensión actitudinal <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Capacidad de interesarse por el conocimiento, indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socio-ambientales.</li> </ul> </li> <li>• Dimensión integral <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Capacidad de utilizar de forma integrada las anteriores capacidades para dar respuestas o pautas de actuación adecuadas ante problemas científicos, tecnológicos o socio-ambientales en contextos vivenciales del alumnado.</li> </ul> </li> </ul>				
<b>Tiempo</b>				
3 horas				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;"><b>Espacio</b></th> <th style="width: 50%;"><b>Agrupamiento</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Aula convencional con ordenadores o Aula de Informática</td> <td style="padding: 5px;">Grupos heterogéneos de 3 a 5 participantes.</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Espacio</b>	<b>Agrupamiento</b>	Aula convencional con ordenadores o Aula de Informática	Grupos heterogéneos de 3 a 5 participantes.
<b>Espacio</b>	<b>Agrupamiento</b>			
Aula convencional con ordenadores o Aula de Informática	Grupos heterogéneos de 3 a 5 participantes.			
<b>Técnica didáctica y actividad</b>				
<p>Durante los primeros 30 minutos (min), el profesor realizará una exposición didáctica sobre el método científico y sus partes. A continuación, se dividirán los alumnos en pequeños grupos heterogéneos, para fomentar el trabajo cooperativo. En estos grupos, los alumnos deben proponer un problema con el que se encuentren de forma diaria (30 min). Para inspirarse, podrán buscar en fuentes de internet.</p> <p>En la hora y media siguiente, cada grupo de trabajo empezará a trabajar y resolver el problema aprobado por el profesor. Cada problema planteado, se solucionará en base al método científico, supervisados por el docente.</p> <p>Una vez los grupos lo hayan resuelto, se destinará los últimos 30 min para que los grupos expongan sus resultados a los demás compañeros de la clase.</p>				
<b>Recursos didácticos</b>				
<p>Presentación PowerPoint sobre el método científico.</p> <p>Proyector y ordenador.</p>				

Acceso a Internet.

1 ordenador portátil por grupo de trabajo.

Material necesario para cada problema propuesto.

Fuente: Elaboración propia

Se propone que la evaluación de esta actividad didáctica se realice en base al trabajo cooperativo, evaluando el rendimiento individual y colectivo. Para ello, el profesor puede utilizar técnicas de observación durante la resolución de los problemas y puntuar las exposiciones grupales mediante una rúbrica, de forma que la evaluación sea objetiva.

Las ventajas sustanciales que genera la introducción de esta actividad son:

- No supone una carga de trabajo extra para los alumnos.
- Desarrollan sus habilidades sociales y se relacionan entre los demás alumnos y no solo con su grupo de amigos. Por ello, puede ser un buen elemento para reducir los conflictos en el aula.
- Aprenden a trabajar en equipo, por lo que adquieren una competencia necesaria para la mayoría de empleos.
- Adquieren interés para la ciencia y resuelven inquietudes, que, a lo mejor, ni se las habían planteado.
- Desarrollan habilidades para buscar información y discriminarla, adquiriendo sentido crítico.
- Adquieren competencias para poder abordar el trabajo de investigación realizado entre 1º y 2º de Bachillerato.

No obstante, la principal desventaja que puede generar su realización, sería que algunas materias quedarían afectadas por la realización de esta actividad, perdiendo una hora de su asignatura.

Respecto al papel del docente, debe ejercer un papel de guía para los alumnos, fomentando una metodología operativa-participativa (Jiménez, 2000). Por lo que el docente aprende al mismo tiempo que los alumnos, generándole inquietudes y motivaciones, al ver que sus alumnos aprenden con la ciencia.

## 7.2 Trabajos de investigación

La siguiente actividad que se propone en la Tabla 11, es a partir de una *Webquest*, donde los alumnos pueden desarrollar sus habilidades de búsqueda y selección de la información.

*Tabla 11. Propuesta de intervención a partir de una Webquest sobre la línea del tiempo de las eras geológicas*

<b>La línea del tiempo de las eras geológicas</b>	
<b>Objetivos</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar capacidades para trabajar en equipo.</li> <li>• Proponer estrategias creativas para presentar un trabajo.</li> <li>• Seleccionar la información correcta y procesarla.</li> <li>• Entender el concepto de tiempo geológico y de la unidad de tiempo de millones de años.</li> <li>• Potenciar la creatividad y la autonomía de los alumnos.</li> </ul>	
<b>Dimensiones y capacidades de la competencia científica</b> (Pedrinaci et al., 2012)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensión conceptual <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Capacidad de utilizar el conocimiento científico personal para descubrir, explicar y predecir fenómenos naturales.</li> </ul> </li> <li>• Dimensión metodológica <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Capacidad de obtener información relevante para la investigación.</li> <li>◦ Capacidad de procesar la información obtenida.</li> <li>◦ Capacidad de formular conclusiones fundamentadas.</li> </ul> </li> <li>• Dimensión actitudinal <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Capacidad de valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla.</li> </ul> </li> <li>• Dimensión integral <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Capacidad de utilizar de forma integrada las anteriores capacidades para dar respuestas o pautas de actuación adecuadas ante problemas científicos, tecnológicos o socio-ambientales en contextos vivenciales del alumnado.</li> </ul> </li> </ul>	
<b>Tiempo</b>	
1 o 2 sesiones	
<b>Espacio</b>	
Aula de informática	<b>Agrupamiento</b>
Grupos heterogéneos de 3 a 5 alumnos	
<b>Técnica didáctica y actividad</b>	
<p>(10 min) Exposición didáctica del profesor para explicar la actividad.</p> <p>A continuación, se visualiza en la pizarra la “Webquest Línea del tiempo geológico”, (ver anexo 7), con toda la información detallada sobre cómo hacer la actividad y el resultado que se espera que obtengan.</p> <p>Los alumnos tienen que obtener información sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las principales eras geológicas</li> <li>• ¿Qué organismos encontrábamos en cada una de ellas?</li> <li>• ¿Cuál era la vegetación principal en cada era?</li> </ul> <p>Cada cuestión se repartirá en uno de los grupos de alumnos, para construir la información de forma colaborativa entre todos los grupos. Se les dará 30 min para buscar toda la información</p>	

necesaria para resolver su cuestión. Gracias al trabajo de cada grupo, se construirá el conocimiento de forma colaborativa, de forma que, durante los últimos 20 min, cada grupo de alumnos plasmará sus resultados en una línea geológica elaborada en papel de embalaje.

Si con una sesión no han podido terminar el trabajo, se les dejará otra sesión para finalizarlo.

### **Recursos didácticos**

*Webquest* Línea del tiempo geológico.

Proyector y ordenador.

Acceso a Internet.

Papel de embalar.

Fuente: Elaboración propia

## 8. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

---

Una de las limitaciones de este estudio se debe al tiempo reducido que se dispone para realizar el trabajo de investigación, imposibilitando la realización de un estudio longitudinal, para verificar la adquisición competencial en los mismos alumnos tras su paso por la ESO. El estudio longitudinal podría basarse en la realización de pruebas competenciales en los mismos alumnos desde que empiezan la ESO hasta que la finalizan, de forma que nos permitirá determinar si en el centro analizado se adquiere un nivel avanzado de la competencia científica. Además, si se realiza el estudio en diferentes centros, que representen la población general de alumnos de esta etapa educativa, los resultados que se obtengan se podrán extrapolar a nivel poblacional. No obstante, el diseño del estudio transversal ha permitido verificar que el nivel de adquisición de las capacidades EFC e ID es más elevado tras finalizar la ESO.

Al realizar el estudio únicamente en un centro concertado, no se ha podido comprobar si el carácter del centro influye en la adquisición de la competencia científica. Debido a las controversias que genera esta variable en muchos estudios, sería conveniente realizar un estudio entorno a ella. El planteamiento de este estudio podría ser longitudinal, con la misma muestra, para poder controlar las variables que influyen en el rendimiento académico de los alumnos.

Las pruebas que se han realizado a los alumnos, únicamente analizaban dos de las capacidades de la competencia científica, por el escaso tiempo del que se dispone. Futuros estudios podrían determinar esta evolución con pruebas que integrasen todas las capacidades de la competencia científica, de forma que se estudiase si se adquiere la competencia científica, o no, al finalizar la ESO. Otra cuestión a tener en cuenta, es si las demás asignaturas contribuyen a la adquisición de esta competencia, ya que debería ser así.

Respecto al profesorado, la muestra del presente estudio no es muy significativa, ya que únicamente se ha podido analizar la opinión de 4 docentes. Por ello, futuros estudios, podrían centrarse en la influencia que ejercen los docentes sobre los alumnos, y si les ayudan a adquirir la competencia científica o no. Además, hay muchas evidencias que han detectado la importancia que el docente realice una formación constante, por lo que otro estudio que se podría plantear sería la influencia positiva o negativa que ejercen los docentes sobre los alumnos y la adquisición de la competencia científica, según si se han formado sobre la competencia científica o no.

Finalmente, ante los pocos estudios realizados hasta ahora sobre la competencia científica, y su aplicación en contextos muy concretos, surge la necesidad de realizar un estudio sobre la competencia científica, a nivel de la

población general representativa de los alumnos de esta etapa educativa. Gracias a él, estudios futuros podrían realizar modelos de regresión para ver qué variables influyen en la adquisición de la competencia científica, como por ejemplo el hecho de cursar optativas científicas en 4º de la ESO o no, evidencias detectadas en el presente estudio.

## **9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Acevedo Díaz, J.A., Vázquez Alonso, A. y Manassero Mas, M.A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111.
- Aguirre Vicuña, J., Etxaburu Osa, J., Hernández Garduño, M., Iturbe Gabikagojeaskoa, X., López Armendáriz J., Ormaza Larrocea, L., et al. (2013). *Mejora de la práctica docente. Una experiencia de autoevaluación*. Vitoria: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Recuperado el 3 de mayo de [http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.eus/contenidos/informacion/dig\\_publicaciones\\_innovacion/es\\_liderazg/adjuntos/200012c\\_Pub\\_EJ\\_mejora\\_practica\\_docente\\_c.pdf](http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.eus/contenidos/informacion/dig_publicaciones_innovacion/es_liderazg/adjuntos/200012c_Pub_EJ_mejora_practica_docente_c.pdf)
- Alcántara Trapero, M.D. (2009). Importancia de las competencias básicas en el currículo. *Innovación y experiencias educativas*, 16, 1-10. Recuperado el 2 de mayo de 2016 de [http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_16/DOLORES\\_ALCANTARA\\_1.pdf](http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_16/DOLORES_ALCANTARA_1.pdf)
- Augusto Hernández, C. (2005), *¿Qué son las “Competencias Científicas?”*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 del Sitio web del Grupo Federici de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia: <http://www.grupofederici.unal.edu.co/documentos/HernandezCompCientificas.pdf>
- Barón López, F.J. y Téllez Montiel, F. (2004a). Capítulo 7: *Independencia de variables categóricas*. Material no publicado. Recuperado el 26 de abril de 2016 de <http://www.bioestadistica.uma.es/baron/apuntes/ficheros/capo7.pdf>
- Barón López, F.J. y Téllez Montiel, F. (2004b). Capítulo 5: *Diferencias que presenta una variable numérica entre varios grupos*. Material no publicado. Recuperado el 26 de abril de 2016 de <http://www.bioestadistica.uma.es/baron/apuntes/ficheros/capo5.pdf>

- Bernardo Carrasco, J. y Calderero, J.F. (2000). *Aprendo a investigar en educación*. Madrid: Rialp.
- Blanco Anaya, P. y Díaz de Bustamante, J. (2014). Argumentación y uso de pruebas: realización de inferencias sobre una secuencia de icnitas. *Enseñanza de las ciencias*, 32.2, 35-52.
- Bolívar, A. (2008). El discurso de las competencias en España: educación básica y educación superior. *Revista de Docencia Universitaria*, 2, 1-23. Recuperado el 13 de abril de 2016 de [http://www.redu.um.es/Red\\_U/m2/](http://www.redu.um.es/Red_U/m2/)
- Briones, G. (1996). *Investigación cuantitativa en las ciencias sociales*. Bogotá: Impresores Ltda. Recuperado el 17 de abril de 2016 de <http://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/02/Metodolog%C3%ADA-de-la-investigaci%C3%B3n-cuantitativa-en-las-ciencias-sociales.pdf>
- Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica?. *Investigación en la escuela*, 78, 5-17.
- Cañas, A., Martín-Díaz, M.J. y Nieda, J. (2005). Actividades para evaluar ciencias de la naturaleza en secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, Extra, 1-4. Recuperado el 3 de mayo de 2016 de [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRAp349actpar.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp349actpar.pdf)
- Cañas, A., Martín-Díaz, M.J. y Nieda, J. (2014). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico*. Madrid: Alianza.
- Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu (2015a). *30 Documents. Ítems alliberats de competència científica. PISA 2015*. Barcelona: Departament d'Ensenyament.
- Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu (2015b). *Marc conceptual de la prova d'avaluació de la competència científicotecnològica*. Recuperat el 3 de maig de 2016 de [http://csda.gencat.cat/web/.content/home/consell\\_superior\\_d\\_avalua/pdf\\_i\\_altres/prova\\_avaluacio\\_eso\\_2016/marc-conceptual-cientificotecnologic.pdf](http://csda.gencat.cat/web/.content/home/consell_superior_d_avalua/pdf_i_altres/prova_avaluacio_eso_2016/marc-conceptual-cientificotecnologic.pdf)

Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu (2014). *26 Documents. Ítems alliberats de competència científica.* Barcelona: Departament d'Ensenyament.

Córdoba Caro, L.G., García Preciado, V., Luengo Pérez, L.M., Vizuete Carrizosa, M. y Feu Molina, S. (2011). Determinantes socioculturales: su relación con el rendimiento académico en alumnos de Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista de Investigación Educativa*, 29(1), 83-96.

Cordón Aranda (2008). *Enseñanza y aprendizaje de procedimientos científicos (contenidos procedimentales) en la educación secundaria obligatoria: análisis de la situación, dificultades y perspectivas del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.* (Tesis doctoral, Universidad de Murcia). Recuperado el 19 de abril de 2016 de <http://hdl.handle.net/10201/3613>

Corten, R. y Dronkers, J. (2006). School achievement of pupils from the lower strata in Public, Private Government-Dependent and Private Government-Independent schools: A cross-national test of the Coleman-Hoffer thesis. *Educational Research and Evaluation*, 12(2), 179-208.

Crujeiras Pérez, B. y Jiménez Aleixandre, M.P. (2015). Análisis de la competencia científica de alumnado de secundaria: respuestas y justificaciones a ítems de PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 385-401.

Daza-Pérez, E.P. y Moreno-Cárdenas, J.A. (2010). El pensamiento del profesor de ciencias en ejercicio. Concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 549-568. Recuperado el 19 de abril de 2016 de [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART4\\_Vol9\\_N3.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART4_Vol9_N3.pdf)

De la Mano González, M. y Moro Cabero, M. (2009). La evaluación por competencias: propuesta de un sistema de medida para el grado en

Información y Documentación. *BID: textos universitarios de biblioteconomía i documentació*, 23, 1-16. Recuperado el 6 de abril de 2016 de <http://bid.ub.edu/23/pdf/delamano2.pdf>

De la Orden Hoz, A. (2011). Reflexiones en torno a las competencias como objeto de la evaluación en el ámbito educativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(2), 1-21. Recuperado el 6 de abril de 2016 de <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/278>

Decreto 143/2007, de 26 de juny, pel qual s'estableix l'ordenació dels ensenyaments de l'educació secundaria obligatòria. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 4915, de 29 de juny de 2007.

Decreto 187/2015, de 25 d'agost, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació obligatòria. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 6945, de 28 d'agost de 2015.

Departamento de educación (2009). *Niveles de competencia en la evaluación de diagnóstico 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria*. Recuperado el 3 de mayo de 2016 de [http://ediagnostikoak.net/edweb/cas/item-liberados/ESO\\_definitivo/2ESO\\_definitivo\\_1\\_intro.pdf](http://ediagnostikoak.net/edweb/cas/item-liberados/ESO_definitivo/2ESO_definitivo_1_intro.pdf)

Eurydice (2002). *Competencias clave. Un concepto en expansión dentro de la educación general obligatoria*. Recuperado el 12 de abril de 2012 de [http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/Portal/WEBicec/docs/pcb/competencias\\_clave%28EURIDYCE%29.pdf](http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/Portal/WEBicec/docs/pcb/competencias_clave%28EURIDYCE%29.pdf)

Farsled, H. (2004). Las competencias para la vida y sus repercusiones en la educación. Presentación, 47<sup>a</sup> reunión de la Conferencia Internacional de Educación de la UNESCO. Recuperado el 2 de mayo de 2016 de <http://www.ibe.unesco.org/International/ICE47/Spanish/Organisation/Worshops/Background%20at-3-ESP.pdf>

Fernández Núñez, L. (2007). ¿Cómo se elabora un cuestionario? *Butlletí LaRecerca*, 8, 1-9. Recuperado el 18 de abril de 2016 de <http://www.ub.edu/ice/recerca/pdf/ficha8-cast.pdf>

Flores, S.T. y Enríquez, G.Z. (2014). Concepciones ingenuas de profesores de secundaria sobre temas CTS. Recuperado el 19 de abril de 2016 de [http://ciige.mty.itesm.mx/memorias/CIIGE\\_VII/common/memorias/folio\\_085.pdf](http://ciige.mty.itesm.mx/memorias/CIIGE_VII/common/memorias/folio_085.pdf)

Franco-Mariscal, A.J., Blanco-López, A. y España-Ramos, E. (2014). El desarrollo de la competencia científica en una unidad didáctica sobre la salud bucodental. Diseño y análisis de tareas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 649-667. doi:10.5565/rev/ensciencias.1346

Fuset, M. (2015). El origen del discurso/paradigma de la educación por competencias y su relación con la sociedad de la información. *Blog de Educación, Sociedad y yo*. Recuperado el 7 de abril de 2016 de <http://socieduque.blogspot.com.es/2015/05/4.html>

Gallardo Gil, M., Mayorga Fernández, M.J. y Sierra Nieto, J.E. (2014). La competencia de “conocimiento e interacción con el mundo físico y natural”: Análisis de las pruebas de evaluación de diagnóstico de Andalucía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(2), 160-180. Recuperado el 7 de abril de 2016 de <http://hdl.handle.net/10498/15973>

García, J.S.M. (2009). Fracaso escolar, PISA y la difícil ESO. *RASE: revista de la Asociación de Sociología de la Educación*, 2(1), 56-85.

García-Carmona, A. (2013). Educación científica y competencias docentes: Análisis de las reflexiones de futuros profesores de Física y Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (4), 552-567. Recuperado el 19 de abril de 2016 de <http://hdl.handle.net/10498/15613>

García Córdova, F. (2004). *El cuestionario. Recomendaciones metodológicas para el diseño de cuestionarios*. México: Limusa.

- Hervás Pérez, J.P., Sánchez-Paniagua López, M., Rodríguez-Rodríguez, E., Mateos-Aparicio, I. y Martín-Fernández, B. (2015). Problemática en la evaluación y medición de competencias en la docencia práctica. El punto de vista del profesor. En Ruiz Rosillo, M.A (Coord.), *Educar para transformar: Aprendizaje Experiencial. XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria* (pp. 409-416). Madrid: Universidad Europea.
- Hurd, P.D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407-416.
- Izquierdo, M., Caamaño, A. y Serramona, J. (2015). *Competències bàsiques de l'àmbit científic (Biologia i geologia, Física i química i Tecnologia)*. Barcelona: Servei de Comunicació i Publicacions de la Generalitat de Catalunya.
- Jiménez, M.P. (2000). Capítulo 7: Modelos didácticos. En Perales, F.J. y Cañal, P. (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 170-177). Alicante: Marfil.
- Kemp, A. (2002). Implications of Diverse Meanings for ‘Scientific Literacy’ En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. DiBiase y B.A. Crawford (Eds.), *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science* (pp. 1202-1229). Charlotte, North Carolina: Association for the Education of Teachers in Science.
- Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de *Ordenación General del Sistema Educativo*. Boletín Oficial del Estado, 238, de 4 de octubre de 1990.
- Ley Orgánica 10/2002, de 23 de diciembre, de *Calidad de la Educación*. Boletín Oficial del Estado, 307, de 24 de diciembre de 2002.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de *Educación*. Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de mayo de 2006.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, *para la mejora de la calidad educativa*. Boletín Oficial del Estado, 295, de 10 de diciembre de 2013.

- Marbà-Tallada, A. y Márquez Bargalló, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las ciencias*, 28(1), 19-30.
- Martín-Díaz, M.J. (2004). El papel de las Ciencias de la Naturaleza en la educación a debate. *Revista Iberoamericana de Educación*, 33, 1-15. Recuperado el 11 de abril de 2016 de <http://rieoei.org/deloslectores/692MartinDiaz.PDF>
- Martínez, J.C. y Ferré, J.O.E. (2007). Evaluación de los servicios educativos: el rendimiento en los centros públicos y privados medido en PISA-2003. *Documents de treball de l'Institut d'Economia de Barcelona*, 7, 1-42.
- Martínez-Otero Pérez, V. (2014). Ansiedad en una muestra de alumnos de educación. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 439-450. Recuperado el 5 de mayo de 2016 de <http://hdl.handle.net/10662/2054>
- Ministerio de Educación y Cultura (2012). *PISA 2012. Informe español*. Recuperado el 11 de abril de 2016 de <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/pisa2012lineavolumeni.pdf?documentId=0901e72b81786310>
- Núñez, F., Banet Hernández, E. y Cordón Aranda, R. (2009). Capacidades del alumno de educación secundaria obligatoria para la elaboración e interpretación de gráficas. *Investigación didáctica*, 27(3), 447-462.
- OCDE (s.f.). *El programa PISA de la OCDE. Qué es y para qué sirve*. París: Santillana. Recuperado el 8 de abril de 2016 de <https://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>
- OCDE (2006). *PISA 2006. Marco de evaluación, conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura*. Madrid: Santillana.
- OCDE (2013). *PISA 2015. Draft science framework*. Recuperado el 11 de abril de 2016 de <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>

- Ochoa, C. (2015). Muestreo no probabilístico: muestreo por conveniencia. *Blog de Netquest*. Recuperado el 18 de abril de 2016 de <http://www.netquest.com/blog/es/muestreo-por-conveniencia/>
- Pedrinaci, E., Caamaño, A., Cañal, P. y de Pro, A. (2012). *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.
- Perrenoud, P. (2008). Construir las competencias, ¿es darle la espalda a los saberes?. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 6(2), 1-16.
- Proyecto Educativo de Centro (2015-2016). Proporcionado por el equipo directivo del centro concertado del estudio. Material no publicado.
- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, *por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*. Boletín Oficial del Estado, 5, de 4 de enero de 2007.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015.
- Rebollo Bueno, M. (2010, enero). *Análisis del concepto de competencia científica: definición y sus dimensiones*. Documento presentado en I Congreso de Inspección de Andalucía: Competencias básicas y modelos de intervención en el aula, Mijas Costa, España.
- Rodríguez, Y., Fonseca, M. y Rivera, R.C. (2007). *El diseño de la Investigación. Unidad VIII*. Presentación. Recuperado el 17 de abril de 2016 de [http://www.suagm.edu/umet/biblioteca/reserva\\_profesores/reina\\_rivero\\_enf\\_320/Dise%C3%B3n\\_Inv\\_investigacion\\_VIII.pdf](http://www.suagm.edu/umet/biblioteca/reserva_profesores/reina_rivero_enf_320/Dise%C3%B3n_Inv_investigacion_VIII.pdf)
- Rodríguez Mora, F. y Blanco López, A. (2016). Diseño y análisis de tareas de evaluación de competencias científicas en una unidad didáctica sobre el consumo de agua embotellada para educación secundaria obligatoria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 279-300.

Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. Diario Oficial de la Unión Europea, 394/10, de 30 de diciembre de 2006.

Salinas Ibáñez, J. (2008). *Innovación educativa y uso de las TIC*. Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía.

Sardà Jorge, A. y Márquez Bargalló, C. (2009). Evaluación de la competencia científica del alumnado de 4º de la ESO según los ítems de PISA. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 1163-1167.

Siegel, S. y Castellan, N.J. (1988). *Nonparametric Statistics for the Behavioural Sciences*. New York: McGraw-Hill.

Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2013). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 91-117.

Yus Ramos, R., Fernández Navas, M., Gallardo Gil, M., Barquín Ruiz, J., Sepúlveda Ruiz, M.P. y Serván Núñez, M.J. (2013). La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación*, 360, 557-576. doi: 10-4438/1988-592X-RE-2011-360-127

## 10. ANEXOS

### ANEXO 1. PRUEBA COMPETENCIAL DE 1º DE LA ESO

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo:  Chico  ChicaClase:  A  B  C

Lee atentamente y responde a las preguntas que se te plantean a continuación.

#### Síndrome del despoblamiento de las colmenas

Un fenómeno alarmante amenaza a las colonias de abejas de todo el mundo. Este fenómeno se llama síndrome del despoblamiento de las colmenas. El despoblamiento de colmenas sucede cuando las abejas abandonan la colmena. Separadas de la colmena, las abejas mueren, de forma que el síndrome de despoblamiento de colmenas ha producido la muerte de decenas de miles de millones de abejas. Los investigadores creen que el despoblamiento de las colmenas tiene diversas causas. Entender el síndrome del despoblamiento de las colmenas es importante para las

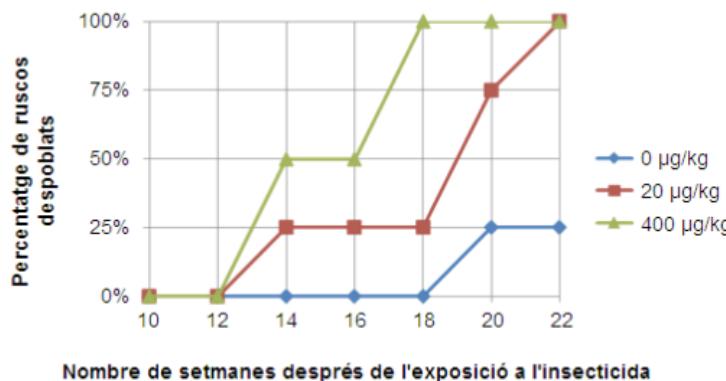


personas que crían y estudian las abejas, pero el síndrome del despoblamiento de las colmenas no solo tiene efectos sobre las abejas. Las personas que estudian los pájaros han identificado otra repercusión. El girasol es una fuente de alimento tanto para las abejas como para algunos pájaros. Las abejas se alimentan de néctar de girasol, mientras que los pájaros se alimentan de las semillas.

1. Teniendo en cuenta esta relación, ¿por qué la desaparición de las abejas podría producir una disminución de la población de pájaros?

Otra posible causa por el despoblamiento de las colmenas es el uso del insecticida imidacloprod, que puede hacer que las abejas pierdan el sentido de la orientación fuera de la colmena.

Los investigadores hicieron una prueba para determinar si la exposición al imidacloprod genera el despoblamiento de las colmenas. En diversas colmenas, añadieron el insecticida al alimento de las abejas durante 3 semanas. Diferentes colmenas fueron expuestas a concentraciones diferentes de insecticida, medidas en microgramos de insecticida por quilogramo de alimento ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). Algunas colmenas no fueron expuestas a ningún insecticida.



Ninguna de las colmenas se despoblaron inmediatamente después de la exposición al insecticida. Así mismo, a la semana 14, algunas de las colmenas habían sido abandonadas. El gráfico de la derecha muestra los resultados observados.

2. ¿Cuál de las conclusiones siguientes concuerda con los resultados mostrados en el gráfico? Márcala con una cruz.

Las colmenas expuestas a una concentración más elevada del imidacloprid suelen despoblar antes.

- Las colmenas expuestas al imidacloprid se despueblan en las 10 semanas posteriores a la exposición.
- La exposición al imidacloprid en concentraciones inferiores a los 20 µg/kg no perjudica a las colmenas.
- Las colmenas expuestas al imidacloprid no pueden sobrevivir durante más de 14 semanas.

Los científicos han propuesto dos causas adicionales para el síndrome del despoblamiento de las colmenas:

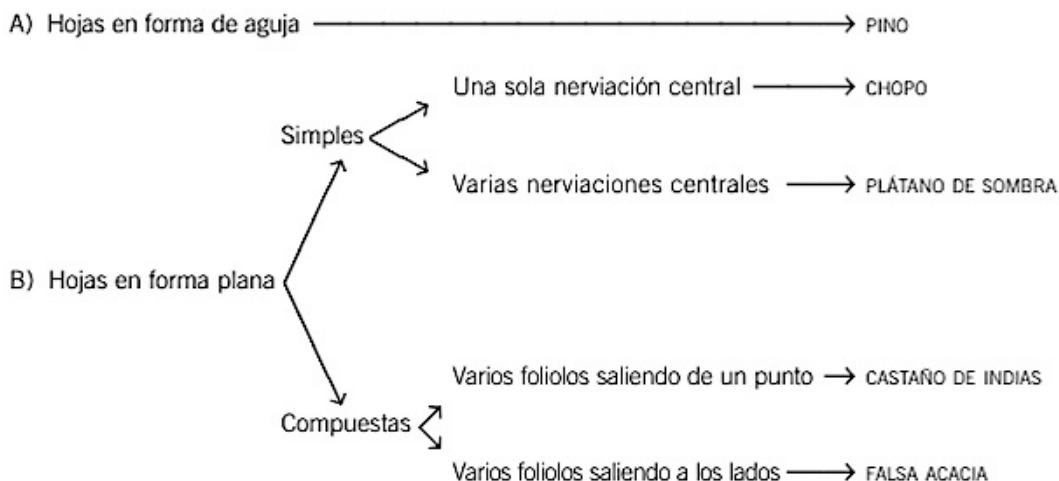
- Un virus que infecta y mata las abejas.
- Una mosca parásitaria que pone los huevos en el abdomen de las abejas.

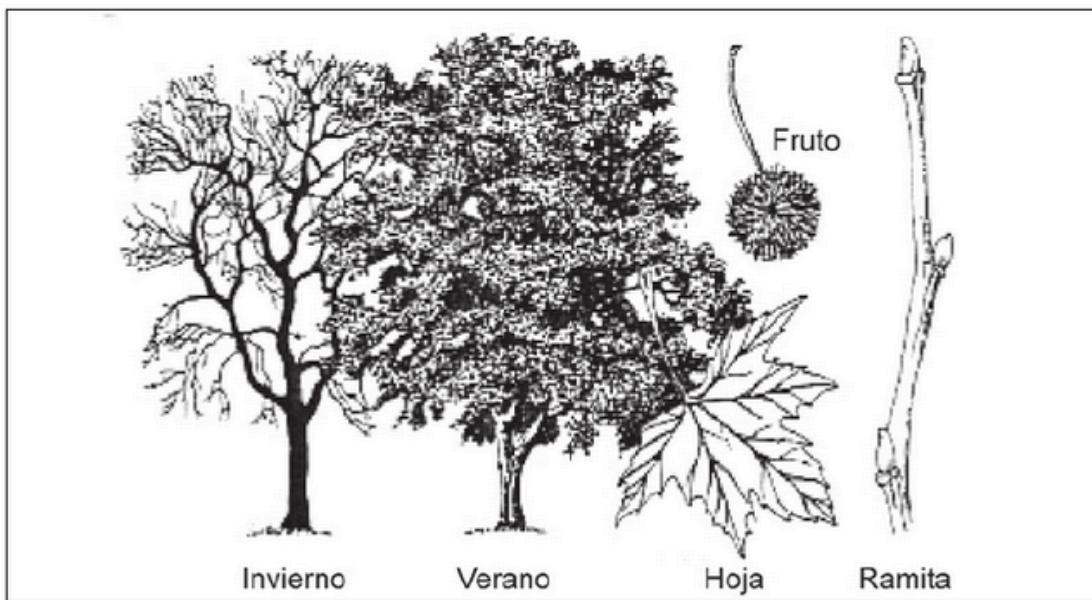
**3.** ¿Cuál de los siguientes hallazgos confirma la afirmación de que las abejas mueren a causa de un virus?

- Se encontraron huevos de otro organismo en las colmenas.
- Se encontraron insecticida en las células de las abejas.
- Se encontró ADN que no era de las abejas en las células de las abejas.
- Se encontraron abejas muertas dentro de las colmenas.

#### Interpretación de claves dicotómicas

**4.** Con la ayuda de esta clave de clasificación, indica cómo se llama el árbol del dibujo.





Nombre del árbol: \_\_\_\_\_

---

### Opinión personal

¿Te ha sido fácil hacer estas actividades?  Sí  No

¿Estás habituado a hacer este tipo de preguntas?  Sí  No

Ordena las preguntas de más fáciles a más difíciles según tu punto de vista.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

**Muchas gracias por tu participación**

## ANEXO 2. PRUEBA COMPETENCIAL DE 4º DE LA ESO

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo:  Chico  Chica Clase:  A  B  C

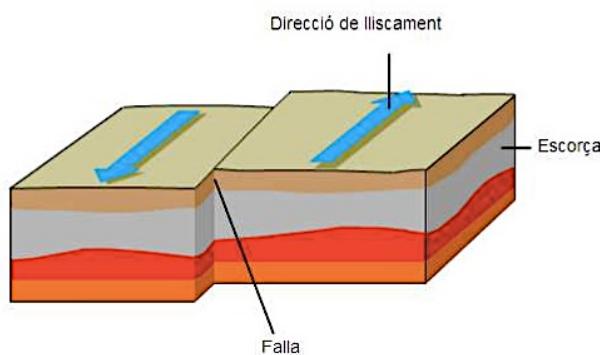
¿Haces la optativa de Biología y Geología?  Sí  No

Lee atentamente y responde a las preguntas que se te plantean a continuación.

### La extracción de agua subterránea y los terremotos

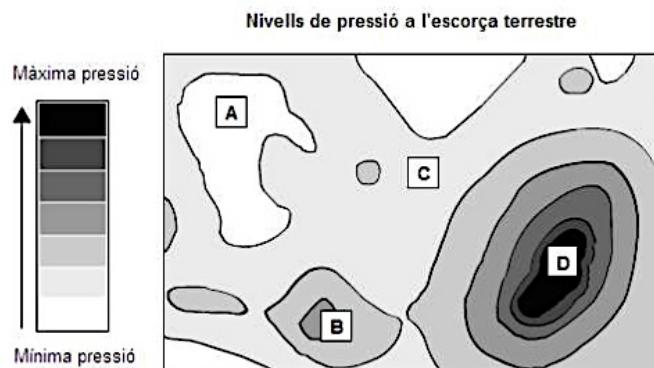
La corteza terrestre, rocosa, es la capa más exterior de la Tierra. La corteza se divide

en placas tectónicas que se desplazan sobre una capa de rocas parcialmente fundidas. Las placas presentan fracturas llamadas fallas. Los terremotos se producen cuando la presión acumulada a lo largo de una falla se libera, cosa que hace que partes de la corteza se deslicen. Al lado del texto, se muestra un ejemplo del desplazamiento a lo largo de una falla.



1. La presión aumenta de manera natural en una falla. ¿Por qué pasa esto?

El mapa muestra los niveles de presión en la corteza terrestre de una región. Dentro de esta región se identifican cuatro puntos con las letras A, B, C y D. Cada punto está situado sobre una falla que cruza la región o muy cerca.



2. Ordena los puntos de menor riesgo a mayor riesgo de terremoto.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

### El terremoto de Lorca de 2011

Lorca (Murcia) se encuentra en una región que sufre terremotos con relativa frecuencia. El mes de mayo de 2011 hubo un terremoto en Lorca. Los geólogos creen que, a diferencia de otros terremotos anteriores en esta región, este terremoto podría haber sido producido en parte por la actividad humana, concretamente por el bombeo de agua subterránea. Según la hipótesis de los geólogos, extraer agua del subsuelo contribuyó al aumento de la presión en una falla próxima, cosa que desencadenó el desplazamiento que provocó el terremoto.

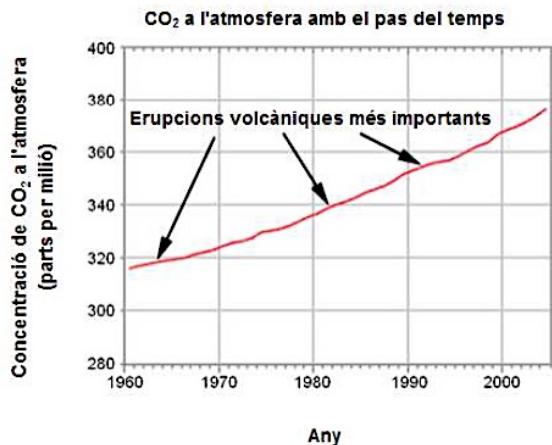
3. ¿Qué hipótesis confirma la hipótesis de los geólogos?

- El terremoto se notó a muchos quilómetros de Lorca.
- El movimiento a lo largo de la falla fue más grande en esas zonas donde el bombeo de agua producía mayor presión.
- Lorca ha sufrido terremotos que fueron de mayor magnitud que el del mayo del 2011.

- El terremoto fue seguido por una serie de terremotos más pequeños que se sintieron en las regiones próximas a Lorca.

### Erupciones volcánicas

Los volcanes emiten dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante las erupciones. El siguiente gráfico muestra las concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico que los científicos han medido desde 1960. La siguiente tabla muestra la contribución relativa de diferentes fuentes de dióxido de carbono a la atmósfera.



Font	Contribució al CO <sub>2</sub> a l'atmosfera
Emissions volcàniques	< 1%
Emissions causades per l'ésser humà	20%
Respiració de les plantes	40%
Respiració i descomposició microbianes	40%

4. Atendiendo a la información proporcionada, ¿cuál es el efecto que tienen las erupciones volcánicas en la concentración de dióxido de carbono de la atmósfera?

- Un efecto considerable, porque ha habido muchas erupciones.  
 Un efecto considerable, porque cada erupción expulsa grandes cantidades de material.  
 Un efecto leve, porque los volcanes emiten poco CO<sub>2</sub> en comparación con otras fuentes.  
 Un efecto leve, porque los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera disminuye durante las erupciones.

### Opinión personal

¿Te ha sido fácil hacer estas actividades?  Sí  No

¿Estás habituado a hacer este tipo de preguntas?  Sí  No

Ordena las preguntas de más fáciles a más difíciles según tu punto de vista.

1.      2.      3.      4.

**Muchas gracias por tu participación**

**ANEXO 3. RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LAS PRUEBAS COMPETENCIALES DE 1º Y DE 4º DE LA ESO**

<b>Niveles de desempeño</b>					
		<b>Pregunta</b>	<b>0</b>	<b>1 (bajo)</b>	<b>2 (medio)</b>
<b>1º de la ESO</b>	1	No contesta / No argumenta	Puede utilizar el conocimiento científico común para extraer o evaluar conclusiones	Es capaz de seleccionar la información relevante basándose en datos o cadenas de razonamiento para extraer o evaluar conclusiones	Las abejas polinizan la flor para que se reproduzca y produzca semillas para que los pájaros se alimenten. Comunica argumentos científicos y/o descripciones con detalle y precisión
		2	No correcta	Correcta	
		3	No correcta	Correcta	
		4	No contesta / No argumenta	Forma plana, pero no distingue entre compuesta y simple	Forma plana, simple, pero no distingue entre 1 o más nervios centrales
<b>4º de la ESO</b>	1	No contesta / No argumenta	Puede utilizar el conocimiento científico común para extraer o evaluar conclusiones. No utiliza palabras técnicas	Es capaz de seleccionar la información relevante basándose en datos o cadenas de razonamiento para extraer o evaluar conclusiones. Un argumento	Comunica argumentos científicos y/o descripciones con detalle y precisión. Dos argumentos
		2	No aciertos	1 acierto	2 aciertos
		3	No correcta	Correcta	
		4	No correcta	Correcta	

Fuente: Elaboración propia

## **ANEXO 4. ENCUESTA A LOS PROFESORES DE LA ESPECIALIDAD DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA**

1. Sexo:  Mujer     Hombre    2. Edad: \_\_\_\_\_

3. ¿Cuántos años de experiencia laboral tienes? Responde con un número entero.

4. ¿Trabajas actualmente como profesor de ESO en algún otro centro además de en éste?

Sí ¿En cuántos? \_\_\_\_ centro(s)  
 No

5. ¿En qué cursos realizas Ciencias de la Naturaleza / Biología y Geología?

6. ¿Has realizado un curso de formación para aplicar la competencia científica en el aula?

Sí       No

7. ¿Recibiste toda la información necesaria cuando se introdujo la competencia científica en el aula?

Sí     No

8. ¿Qué herramienta utilizas para evaluar a los alumnos?

## Exámenes

#### Pruebas orales

Presentación de trabajos cooperativos

Otras:

9. ¿Has cambiado tu forma de realizar los exámenes desde la introducción de las competencias en el currículo oficial?

Sí  No

10. ¿Dispones del tiempo necesario para poder diseñar actividades que fomenten la competencia científica?

Sí     No

Como profesor...	1	2	3	4
11. Diseño distintas actividades de aprendizaje para el logro de cada uno de los objetivos.				
12. Me baso en un enfoque de las dimensiones y las capacidades de la competencia científica para diseñar las actividades.				
13. Motivo a mis alumnos/as comunicándoles los objetivos que quiero conseguir y la finalidad de las actividades, partiendo de sus conocimientos previos, relacionando los contenidos con situaciones reales, informándoles de la utilidad y creando expectativas.				

14. Propongo actividades que favorezcan el aprendizaje autónomo (búsqueda de información, trabajos, investigaciones...).				
15. Cuando inicio una unidad o tema nuevo, los alumnos conocen: los objetivos y competencias que se quieren desarrollar, las diferentes actividades a realizar, cómo se les evaluará...				
16. Las actividades que propongo están relacionadas con situaciones de la vida real.				
17. En las pruebas o exámenes utilizo preguntas encaminadas a evaluar contenidos sobre procedimientos.				
18. La evaluación de los alumnos la realizo, fundamentalmente, a partir de exámenes escritos.				
19. La evaluación la realizo solo para comprobar si los alumnos han alcanzado el nivel de conocimientos previstos.				
20. Diseño actividades en las que los estudiantes tienen que aplicar lo aprendido a problemas cotidianos.				

## ANEXO 5. DATOS DE LAS PRUEBAS COMPETENCIALES DE LOS ALUMNOS

*Contrastes estadísticos entre la variable pregunta 1 de la prueba de 1º y de 4º de la ESO y los cursos correspondientes.*

### Pregunta 1

	<u>Test Chi cuadrado</u>			
	n (%)	1º ESO	4º ESO	p-valor
No argumenta/ No contesta	57 (62,6%)	34 (37,4%)		<0,05
Nivel 1	8 (21,1%)	30 (78,9%)		
Nivel 2	17 (65,4%)	9 (34,6%)		
Nivel 3	6 (66,7%)	3 (33,3%)		

### Test t-student

Media (sd)	1º ESO	4º ESO	Test de Levene	IC 95%	p-valor
0,68 (1,012)	0,75 (0,819)		<0,05	(-0,355, -0,219)	0,639

### Test de Kruskal-Wallis

p-valor  
1,000

Fuente: Elaboración propia

*Contrastes estadísticos entre la variable recodificada de la pregunta 1 de la prueba de 1º y de 4º de la ESO y los cursos correspondientes.*

### Pregunta 1 recodificada

	<u>Test Chi cuadrado</u>			
	n (%)	1º ESO	4º ESO	p-valor
Nivel 0	57 (62,6%)	34 (37,4%)		<0,05
Nivel 1, 2 y 3	31 (42,5%)	44 (57,5%)		

### Test t-student

media (sd)	1º ESO	4º ESO	Test de Levene	IC 95%	p-valor
0,35 (0,480)	0,55 (0,500)		<0,05	(-0,351, -0,049)	<0,05

### Test de Kruskal-Wallis

p-valor  
<0,05

Fuente: Elaboración propia

*Contrastes estadísticos entre la variable pregunta 2 de la prueba de 1º de la ESO y de la pregunta 4 de la prueba de 4º de la ESO y los cursos correspondientes.*

### Pregunta 2

	<u>Test Chi cuadrado</u>			
	n (%)	1º ESO	4º ESO	p-valor
Acierto	18 (28,6%)	45 (71,4%)	<0,05	
No acierto	70 (69,3%)	31 (30,7%)		

### Test t-student

media (sd)	1º ESO	4º ESO	Test de Levene	IC 95%	p-valor
0,2 (0,406)	0,59 (0,495)		<0,05	(-0,526, -0,249)	<0,05

### Test de Kruskal-Wallis

p-valor  
<0,05

Fuente: Elaboración propia

*Contrastes estadísticos entre la variable pregunta 3 de la prueba de 1º y de 4º de la ESO y los cursos correspondientes.*

### Pregunta 3

	<u>Test Chi cuadrado</u>			
	n (%)	1º ESO	4º ESO	p-valor
Acierto	26 (29,5%)	62 (70,5%)	<0,05	
No acierto	62 (81,6%)	14 (18,4%)		

### Test t-student

Media (sd)	1º ESO	4º ESO	Test de Levene	IC 95%	p-valor
0,30 (0,459)	0,82 (0,390)		<0,05	(-0,653, -0,388)	<0,05

### Test de Kruskal-Wallis

p-valor  
<0,05

Fuente: Elaboración propia

*Contrastes estadísticos entre la variable pregunta 4 de la prueba de 1º de la ESO y de la pregunta 2 de la prueba de 4º de la ESO y los cursos correspondientes.*

#### Pregunta 4

	<u>Test Chi cuadrado</u>			
	n (%)	1º ESO	4º ESO	p-valor
No argumenta/ No contesta	22 (44%)	28 (56%)	<0,05	
Nivel 1	36 (94,7%)	2 (5,3%)		
Nivel 2	3 (50%)	3 (50%)		
Nivel 3	27 (38,6%)	43 (61,4%)		

#### Test t-student

Media (sd)		Test de Levene	IC 95%	p-valor
1º ESO	4º ESO	<0,05	(-0,806, -0,003)	<0,05

#### Test de Kruskal-Wallis

p-valor  
0,135

Fuente: Elaboración propia

*Contrastes estadísticos entre la variable recodificada de la pregunta 4 de la prueba de 1º de la ESO y de la pregunta 2 de la prueba de 4º de la ESO y los cursos correspondientes.*

#### Pregunta 4 recodificada

	<u>Test Chi cuadrado</u>			
	n (%)	1º ESO	4º ESO	p-valor
Nivel 0	22 (44,0%)	28 (56,0%)	0,070	
Nivel 1, 2 y 3	66 (57,9%)	48 (42,1%)		

#### Test t-student

Media (sd)		Test de Levene	IC 95%	p-valor
1º ESO	4º ESO	<0,05	(-0,023, 0,260)	0,102

#### Test de Kruskal-Wallis

p-valor  
0,101

Fuente: Elaboración propia

Contrastes estadísticos entre la variable del índice EFC (suma del resultado de las preguntas 1 y 3) con los cursos correspondientes.

### Índice EFC

	<u>Test Chi cuadrado</u>			
	n (%)	1º ESO	4º ESO	p-valor
Nivel 0	38 (84,4%)	7 (15,6%)	<0,05	
Nivel 1	25 (42,4%)	34 (57,6%)		
Nivel 2	14 (37,8%)	23 (62,2%)		
Nivel 3	11 (55%)	9 (45%)		
Nivel 4	0 (0%)	3 (100%)		

### Test t-student

Media (sd)	1º ESO	4º ESO	Test de Levene	IC 95%	p-valor
0,98 (1,050)	1,57 (0,957)		0,586	(-0,898, -0,279)	<0,05

### Test de Kruskal-Wallis

p-valor
<0,05

Fuente: Elaboración propia

Contrastes estadísticos entre la variable del índice ID (suma del resultado de las preguntas 2 y 4) con los cursos correspondientes.

### Índice ID

	<u>Test Chi cuadrado</u>			
	n (%)	1º ESO	4º ESO	p-valor
Nivel 0	18 (62,1%)	11 (37,9%)	<0,05	
Nivel 1	31 (64,6%)	17 (35,4%)		
Nivel 2	12 (80,0%)	3 (20,0%)		
Nivel 3	22 (51,2%)	21 (48,8%)		
Nivel 4	5 (17,2%)	24 (82,8%)		

### Test t-student

Media (sd)	1º ESO	4º ESO	Test de Levene	IC 95%	p-valor
1,60 (1,227)	2,39 (1,488)		<0,05	(-1,211, -0,347)	<0,05

### Test de Kruskal-Wallis

p-valor
<0,05

Fuente: Elaboración propia

*Contrastes estadísticos entre cursar la optativa de Biología y Geología y su influencia con los resultados obtenidos en 4º de la ESO.*

### Influencia optativa 4º ESO

#### Test Chi cuadrado

	p-valor
Pregunta 1	<b>&lt;0,05</b>
Pregunta 2	0,320
Pregunta 3	0,384
Pregunta 4	0,774
EFC	<b>&lt;0,05</b>
ID	0,22

#### Test t-student

	media (sd)	Sí	No	Test de Levene	IC 95%
Pregunta 1	1,08 (0,941)	0,42 (0,500)		<0,05	(-1,002, -0,313)
Pregunta 2	0,63 (0,489)	0,55 (0,504)		0,202	(-0,306, 0,148)
Pregunta 3	0,84 (0,370)	0,79 (0,413)		0,243	(-0,232, 0,127)
Pregunta 4	1,66 (1,475)	1,95 (1,394)		0,113	(-0,367, 0,964)
EFC	1,92 (1,075)	1,21 (0,664)		<0,05	(-1,119, -0,302)
ID	2,29 (1,609)	2,50 (1,371)		<0,05	(-0,473, 0,894)

#### p-valor

Pregunta 1	<b>&lt;0,05</b>
Pregunta 2	0,490
Pregunta 3	0,56
Pregunta 4	0,382
EFC	<b>&lt;0,05</b>
ID	0,541

#### Test de Kruskal-Wallis

	p-valor
Pregunta 1	<b>&lt;0,05</b>
Pregunta 2	0,487
Pregunta 3	0,557
Pregunta 4	0,41
EFC	<b>&lt;0,05</b>
ID	0,708

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 6. DATOS DE LOS CUESTIONARIOS DE LOS DOCENTES DE LA ESPECIALIDAD DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA

*Características personales, formación e información sobre la competencia científica e instrumentos de evaluación de los docentes de la muestra.*

	<b>Docentes (n = 4)</b>
<b>Género, n (%)</b>	3 mujeres (75%) y 1 hombre (25%)
<b>Edad, media (sd)</b>	51 (3,304)
<b>Años de experiencia laboral, media (sd)</b>	27 (6,055)
<b>Trabajo en otros centros educativos, No (%)</b>	No (100%)
<b>Curso que realizan Ciencias de la Naturaleza / Biología y Geología, n (curso)</b>	1 (1º ESO) 1 (2º ESO) 1 (3º ESO) 1 (4º ESO)
<b>Formación competencia científica, No (%)</b>	No (75%)
<b>Información sobre la competencia científica, No (%)</b>	No (100%)
<b>Instrumentos para evaluar, n (instrumentos)</b>	4 (Exámenes escritos) 1 (Pruebas orales) 2 (Presentación de trabajos cooperativos) 3 (Otros: experimentos de laboratorio, trabajo diario, ejercicios, apuntes y trabajos de investigación)
<b>Cambio en la forma realizar los exámenes, Sí (%)</b>	Sí (75%)
<b>Tiempo para diseñar actividades que fomenten la competencia científica, Sí (%)</b>	Sí (50%)

Fuente: Elaboración propia

*Media, desviación estándar (sd) y moda de las preguntas del cuestionario de los docentes con la escala de Likert de 1 a 4, siendo 1 nunca, 2 casi nunca, 3 casi siempre y 4 siempre.*

<b>Como docente</b>	<b>Media</b>	<b>sd</b>	<b>Moda</b>
Diseño distintas actividades de aprendizaje para el logro de cada uno de los objetivos.	3	0,816	3
Me baso en un enfoque de las dimensiones y las capacidades de la competencia científica para diseñar las actividades.	2,75	0,957	2
Motivo a mis alumnos/as comunicándoles los objetivos que quiero conseguir y la finalidad de las actividades, partiendo de sus conocimientos previos, relacionando los contenidos con situaciones reales, informándoles de la utilidad y creando expectativas.	3,25	0,500	3
Propongo actividades que favorezcan el aprendizaje autónomo (búsqueda de información, trabajos, investigaciones...).	3,25	0,957	4
Cuando inicio una unidad o tema nuevo, los alumnos conocen: los objetivos y competencias que se quieren desarrollar, las diferentes actividades a realizar, cómo se les evaluará...	3	0,816	3
Las actividades que propongo están relacionadas con situaciones de la vida real.	3,5	0,577	4
En las pruebas o exámenes utilizo preguntas encaminadas a evaluar contenidos sobre procedimientos.	2,75	0,500	3
La evaluación de los alumnos la realizo, fundamentalmente, a partir de exámenes escritos.	2,25	1,500	1
La evaluación la realizo solo para comprobar si los alumnos han alcanzado el nivel de conocimientos previstos.	1,75	0,500	2
Diseño actividades en las que los estudiantes tienen que aplicar lo aprendido a problemas cotidianos.	3	0,816	3

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 7. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN: WEBQUEST SOBRE LA “LÍNEA DEL TIEMPO GEOLÓGICO”



Nivel: 4º de la ESO

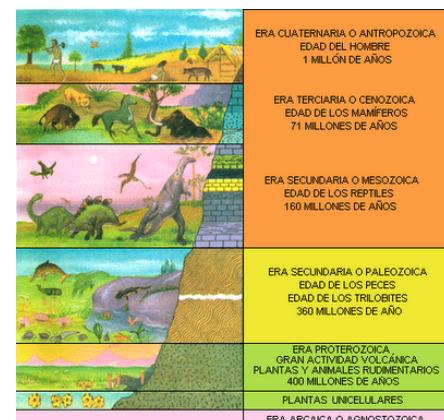
### INTRODUCCIÓN

A partir de esta actividad que se te propone podrás aprender cómo hemos podido llegar a estar delante del ordenador.

Por eso, es muy importante conocer cómo hemos evolucionado hasta aquí y qué pasó hace 4.000 MA (millones de años).

¿Te parece interesante?

¡Creo que esta actividad te va a despertar muchas inquietudes!



### TAREA

Esta actividad consiste en realizar una línea del tiempo entre todos, que incluya:

- Las principales eras geológicas.
- Qué organismos encontrábamos en ellas.
- Cuál era la vegetación principal en cada era.



Cada grupo se encargará de realizar una parte de la actividad:

- Grupo 1: Dibujo de la línea geológica con papel de embalar.
- Grupo 2: Búsqueda del nombre de las eras geológicas.
- Grupo 3: Búsqueda de los organismos de cada era geológica.
- Grupo 4: Búsqueda de la principal vegetación de cada era geológica.

### PROCESO

Os recomiendo que trabajéis de forma ordenada.

Antes de empezar a pensar, es necesario que os organicéis con todos los

compañeros, por ello podéis hacer un responsable de cada grupo, que sea el encargado de ir hablar con los demás grupos. A continuación, tenéis que buscar y seleccionar bien la información.

Una vez la tengáis clara y bien descrita, es el momento de plasmarla en el dibujo realizado de la línea geológica.

## RECURSOS

Te indico unas cuantas páginas web que te pueden ser de gran ayuda para realizar este trabajo.

El mejor buscador de información -  
<https://www.google.es/>

Un blog sobre las eras, sus organismos y vegetación principal, pero está enfocado a la materia de Geología -

<http://cibertareas.info/linea-del-tiempo-de-las-eras-geologicas-geografia.html>

La definición de era geológica de la Wikipedia - [https://es.wikipedia.org/wiki/Era\\_geol%C3%B3gica](https://es.wikipedia.org/wiki/Era_geol%C3%B3gica)

El vídeo: una herramienta ilustrativa, en este caso nos cuenta las distintas eras geológicas -  
<https://www.youtube.com/watch?v=1rFrJSE2JiQ>

Más información sobre las eras geológicas - <http://historiaybiografias.com/tierra1/>

Los habitantes de las eras geológicas -

[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/12/htm/sec\\_12.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/12/htm/sec_12.html)



## EVALUACIÓN

Se evaluará todo lo que habéis aprendido a partir de un seguimiento de cada grupo y con el resultado final.



## CONCLUSIÓN

Una vez realizado este trabajo de investigación, ya podéis responder a la pregunta planteada inicialmente:  
¿Cómo hemos llegado hasta aquí?

¿Qué problemas está produciendo el ser humano en nuestro planeta?

