



Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias
ISSN: 1697-011X
revista.eureka@uca.es
Universidad de Cádiz
España

Promoviendo la creatividad científica en secundaria: diseño y aplicación de actividades en el aula de ciencias

Torras Galán, Anna; Castarlenas Gascons, Laura; Lope Pastor, Sílvia; Carrió Llach, Mar

Promoviendo la creatividad científica en secundaria: diseño y aplicación de actividades en el aula de ciencias

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 19, núm. 3, 2022

Universidad de Cádiz, España

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92070576009>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3204

Experiencias, recursos y otros trabajos

Promoviendo la creatividad científica en secundaria: diseño y aplicación de actividades en el aula de ciencias

Promoting scientific creativity in secondary school: design of activities and its application in science class

Anna Torras Galán

*Grupo de investigación educativa en ciencias de la salud
(GRECS), Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, España*
atorras9@xtec.cat

 <https://orcid.org/0000-0002-4613-283X>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3204

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92070576009>

Laura Castarlenas Gascons

*Grupo de investigación educativa en ciencias de la salud
(GRECS), Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, España*
laura.castarlenas@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-1111-3225>

Sílvia Lope Pastor

*Grupo de investigación educativa en ciencias de la salud
(GRECS), Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, España*
silvia.lope@upf.edu

 <https://orcid.org/0000-0003-3192-1059>

Mar Carrió Llach

*Grupo de investigación educativa en ciencias de la salud
(GRECS), Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, España*
mar.carrio@upf.edu

 <https://orcid.org/0000-0001-5585-7288>

Recepción: 13 Noviembre 2021

Revisado: 29 Marzo 2022

Aprobación: 10 Mayo 2022

RESUMEN:

A pesar de que la creatividad es una característica esencial de la actividad científica, pocas veces se proponen actividades de aprendizaje para desarrollar explícitamente las habilidades creativas en las clases de ciencias. En este estudio se analiza cómo se puede contribuir a su desarrollo en los estudiantes de secundaria. Con éste objetivo, se ha diseñado una colección de actividades para desarrollar diferentes habilidades creativas, se han implementado en un grupo de 37 estudiantes de 4º de la ESO y se ha analizado, a través de sus producciones, cómo éstas han promovido sus habilidades creativas. Los resultados sugieren que la introducción de estas actividades potencian la creatividad de los estudiantes en ciencias. Así pues, se han identificado algunos elementos clave que se pueden introducir en la enseñanza de las ciencias para fomentar la competencia creativa.

PALABRAS CLAVE: creatividad, aprendizaje, habilidades creativas, secundaria.

ABSTRACT:

Although creativity is an essential feature of scientific activity, learning activities to explicitly develop creative skills in science classes are rarely proposed. This study analyses how to contribute to its development in secondary school students. With this aim, a collection of activities to develop different creative skills has been designed, implemented in a group of 37 students of 4th ESO and analysed, through their productions, how these activities have promoted creative skills. The results suggest that the introduction of these activities enhances students' creativity in science. Thus, some key elements that can be introduced in science teaching to foster creative competence have been identified.

KEYWORDS: creativity, learning, creative skills, secondary education.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La creatividad en el contexto educativo.

Nuestro futuro está necesariamente ligado a la creatividad. En consecuencia, la educación debe ser el medio transformador que propicie espacios que permitan generar soluciones a los nuevos desafíos que surgen en la sociedad (Martínez, 2019). Impulsar la capacidad creativa de los estudiantes en todos los niveles educativos es imprescindible para afrontar los retos actuales y los que están por venir (Csikszentmihalyi, 1996; Martínez, 2019). El concepto de creatividad ha sido estudiado desde diferentes disciplinas y no existe una única definición (Haylock 2010). Sin embargo, una idea ampliamente aceptada es referida a desarrollar ideas nuevas y útiles o generar soluciones no convencionales (Martínez, 2019). En el contexto educativo, se han identificado algunos aspectos que el profesorado puede considerar para promover la creatividad como son: el proceso creativo, los productos generados, las habilidades creativas o el entorno donde se genera la creatividad (Ferreyra, 2012). Así, una aproximación de la creatividad que puede resultar útil para la práctica educativa es entenderla como la interacción entre la aptitud, el proceso y el entorno donde un individuo o un grupo produce un producto tangible que es a la vez novedoso y útil en un contexto social determinado (Plucker *et al.* 2004). Desde la perspectiva sociocultural, ésta se entiende como un fenómeno social y colaborativo, que se ve influenciado por el ambiente (Sawyer 2006).

En esta investigación partimos de esta visión de creatividad desarrollada en el párrafo anterior, y utilizamos el marco teórico desarrollado por la OCDE (2017) con la finalidad de proporcionar herramientas para trabajar las diferentes habilidades creativas en el aula (Lucas *et al.* 2013). Tal y como se muestra en la figura 1, inspirada en las ideas de Lucas et al., ésta se define en 5 dimensiones, subdivididas en tres categorías cada una. La primera dimensión descrita es la indagación, necesaria para descubrir y buscar preguntas interesantes para desarrollar la creatividad. La segunda es la persistencia, habilidad necesaria para atreverse a ser diferente tolerando la incertidumbre de lo que ello conlleva. Le sigue la imaginación, considerada como la capacidad para desarrollar soluciones usando la intuición y relacionando conceptos aparentemente no vinculados. La cuarta es la colaboración, enfatizando la naturaleza social y colaborativa del proceso creativo. Finalmente encontramos la disciplina, como contrapeso al lado "soñador" e imaginativo, necesaria para el conocimiento y la experiencia para elaborar un producto.



FIGURA 1
Las cinco dimensiones de la creatividad y las correspondientes categorías Imagen realizada a partir de Lucas *et al* (2013).

La creatividad, por tanto, es una capacidad compleja, dependiente de una multitud de factores que la hacen difícilmente predecible (Martínez, 2019). Sin embargo, es susceptible de ser desarrollada en el contexto escolar. Considerar estas dimensiones orienta el diseño de actividades de enseñanza-aprendizaje que promuevan el desarrollo de la creatividad. Asimismo, pueden ser útiles para analizar las tareas realizadas por los estudiantes.

1.2. Importancia de la creatividad en la educación y la enseñanza-aprendizaje de las ciencias

De manera progresiva, la educación está evolucionando hacia un nuevo paradigma basado en el aprendizaje competencial. Los conocimientos factuales hoy en día ya no son lo único importante, puesto que es difícil saber qué retos se deberán resolver en un futuro y qué competencias se necesitarán para afrontarlos. Tal y como apuntan Rodrigo y Rodrigo (2012), la creatividad debe constituir uno de los pilares claves de la remodelación de la educación hacia un paradigma más competencial, puesto que, según sus estudios, introducir tareas creativas fomenta el desarrollo del estudiante y posibilita que se establezca un ambiente favorable, donde se desarrolla el trabajo cooperativo y el aprendizaje significativo. En consecuencia, se debe tener en cuenta la implementación de actividades llamativas y novedosas del estudiante, donde se le motive a participar y ser un sujeto activo de enseñanza-aprendizaje (Martínez, 2019).

El pensamiento creativo es una habilidad que puede ayudar al estudiante a plantear y a responder preguntas utilizando el conocimiento adquirido fuera del contexto estudiado, es decir, a utilizar los conocimientos adquiridos para resolver los nuevos retos de nuestra sociedad. Tal y como dijo Charles Hopkins en la Conferencia de la *Learning teacher Networken* el 2009, “*la creatividad es una herramienta importante para que la investigación nos lleve hacia un futuro más sostenible, relacionado directamente con la innovación y la resolución creativa de problemas*”, conceptos clave en el modelo de aprendizaje competencial (Hopkins 2009 en *Creative Learning for a Sustainable World. The 6th Annual International Conference*).

Una de las principales concepciones habituales acerca de la creatividad es que pertenece exclusivamente a la dimensión artística (Kim 2019), pero a pesar de este pensamiento socialmente extendido, desde el punto de vista social y educativo, la creatividad no tiene que quedar relegada sólo al ámbito artístico, sino que tiene que constituir una base sobre la cual sustentar la enseñanza y el aprendizaje de cualquier materia, y especialmente en el ámbito científico (Touriñán 2012). En un estudio reciente donde se compara el desarrollo del pensamiento creativo en clases de arte y de ciencias, se observa que se desarrolla más en las clases de artes visuales al trabajar con procesos de resolución no rutinarios, pero que las clases de ciencias ofrecen un ambiente óptimo para trabajar la mentalidad abierta (Ulger 2019). El interés de la creatividad en ciencia ha estado presente a lo largo de la historia, incluso Einstein llegó a considerarla más importante que el propio conocimiento (Guevara 1991). Sin embargo, el estudiante no percibe su necesidad en la construcción del conocimiento científico, situación paradójica ya que la creatividad es inherente a la naturaleza de la ciencia (McComas 1998). Las teorías y los conceptos científicos son creaciones de la mente humana, su construcción requiere imaginación, así como también la requiere la formulación de preguntas, de hipótesis, o la modelización. La creatividad científica se relaciona con dos habilidades cognitivas: la imaginación y el pensamiento lógico, consideradas necesarias, pero no suficientes para la generación de nuevas ideas (Hadzigeorgiou *et al.* 2012).

Según Bickmore (2010), la creatividad científica es la capacidad de encontrar lo esencial de un problema, realizar buenas hipótesis, imaginar múltiples formas de investigar una pregunta, construir explicaciones sobre hechos y teorías a partir de unos resultados objetivos, relacionar la teoría y el conocimiento previo ante un nuevo reto. En esta línea, Beghetto y Kaufman (2013) indican que, la creatividad está intrínsecamente ligada a la generación del conocimiento científico. Para promoverla se precisa comunicación e interacción entre iguales, trabajo interdisciplinario y colaborativo para generar este tipo de conocimiento (Rodríguez *et al.* 2017).

1.3. Estrategias para trabajar la creatividad científica en el aula

Revisando la bibliografía pueden encontrarse algunas experiencias de aprendizaje como la denominada “Learning by Challenges” (Ferrández, Bascuas y Nebra 2019; Calavia *et al.* 2019) planteada desde las bases de la ingeniería de diseño y enfocada a la formación de estudiantes de educación secundaria más creativos. Sin embargo, la mayoría de las propuestas didácticas para trabajar la creatividad científica se centran en educación infantil y primaria y disminuye a medida que el estudiante avanza en los cursos académicos (Conradty y Bogner 2018). Para evitar esta situación, es necesario fomentar el desarrollo de la creatividad científica en el aula de ciencias de educación secundaria obligatoria. Kleibeuker, De Dreu, y Crone (2013) indican que la mejor franja de edad para desarrollar el pensamiento creativo es justamente en la adolescencia mediana (de 15 a 16 años) ya que es cuando el cerebro permite una mayor flexibilidad para el aprendizaje y la creatividad.

La escasez de propuestas didácticas relacionadas con la creatividad científica puede ser la consecuencia de que el profesorado no tiene un claro concepto sobre qué es la creatividad (Newton y Newton 2009) y, por tanto, tiene dificultades para diseñar actividades para estimularla (Davies *et al.* 2018). Al no trabajarse en otras disciplinas, el estudiante no entiende la creatividad fuera del ámbito artístico. Parece lógico pensar que la creatividad en el contexto de la educación científica debe reflejar de la manera más fiel posible la creatividad científica. Sin embargo, el estudiante no tiene el mismo conocimiento ni experiencias previas de los científicos, ni el tiempo necesario para desarrollar una actividad científica auténtica. El papel del profesorado es facilitar el proceso de indagación científica en el aula con el que no se espera que generen conocimiento científico inédito, pero sí nuevo conocimiento científico escolar (Hadzigeorgiou *et al.* 2012).

Hadzigeorgiou *et al.* (2012), plantean diferentes tipos de actividades para trabajarla. En primer lugar, sugieren promover la indagación en el aula, la resolución creativa de problemas, y el uso de contextos científico-tecnológicos globales y auténticos. También plantean proponer a los alumnos el uso de analogías

para entender fenómenos e ideas o relacionar conceptos aparentemente sin conexión. Y, en segundo lugar, también proponen trabajar mediante la escritura y el relato y/o la relación entre el arte y la ciencia.

A partir de estas ideas, se han diseñado actividades orientadas a desarrollar las diferentes dimensiones de la creatividad, así como rúbricas que permiten evaluar el desarrollo del pensamiento creativo de los estudiantes.

2. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

El objetivo de esta investigación es evaluar si se promueve la creatividad científica y su aprendizaje a través de actividades diseñadas e implementadas en 4^a de la ESO, orientadas a desarrollar las dimensiones de la creatividad.

3. METODOLOGÍA

3.1. Contexto del estudio

La intervención se realizó el curso académico 2018-2019, en un centro concertado de secundaria de Barcelona, con un grupo clase que no había trabajado anteriormente la creatividad en el entorno de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Se diseñaron cinco actividades enmarcadas dentro de un proyecto denominado “Tras las huellas de la evolución” para fomentar el pensamiento creativo dirigido a los estudiantes de 4^º de ESO dentro de las materias de Biología-Geología y Ciencias Aplicadas. Este proyecto tiene como ejes motores la evolución biológica y la creatividad. El contexto de aprendizaje se basa en la creación de un juego, en el que los propios estudiantes elaboran tarjetas de preguntas a partir de la reflexión sobre temas tratados a lo largo de diez sesiones, de 50 minutos, que duró el proyecto. Más adelante se describen las actividades y la duración de cada una de ellas (Tabla 1). El estudio tiene un enfoque descriptivo.

3.2. Participantes del estudio

Este estudio se realizó con un total de 37 estudiantes de 4^º de ESO (15-16 años) de un centro educativo concertado, distribuidos en dos clases, un grupo de Biología-Geología, con 29 estudiantes (13 chicos y 16 chicas), y otro de Ciencias Aplicadas, con 8 estudiantes (4 chicos y 4 chicas).

3.3. Diseño de las actividades

En la primera fase del estudio se diseñaron actividades a partir de las ideas propuestas por Hadzigeorgiou *et al.* (2012) y las dimensiones de la creatividad descritas por Lucas *et al.* (2013) (Tabla 1), con el objetivo de desarrollar la capacidad de formular preguntas abiertas, incentivar el razonamiento, la imaginación y perder el miedo a elaborar respuestas diversas. Estas actividades fueron realizadas y consensuadas por las autoras del artículo.

TABLA 1
Actividades diseñadas para trabajar la creatividad científica.

Nombre de la actividad	Descripción	Dimensión creativa trabajada	Temporización
A. Mapa conceptual	Realizar conexiones entre palabras, categorizarlas y buscar nexos para elaborar un mapa conceptual.	Imaginación En esta actividad se estimula que el estudiante sea capaz de producir tantas ideas como le sea posible, a partir del término “Evolución” en 1 minuto. Posteriormente agrupan las palabras en diferentes categorías para elaborar un mapa conceptual.	40 minutos
B. Resistencia bacteriana a los antibióticos	Escribir un breve relato sobre la resistencia bacteriana a los antibióticos, a partir de la teoría de la selección natural después de leer noticias de prensa.	Imaginación En esta actividad se promueve hacer conexiones entre conceptos previamente no relacionados.	30 minutos
C. Relato de ciencia ficción	Redactar un relato propio, contextualizado en el que se relacionen los hechos imaginados con el concepto científico de selección natural de forma causal.	Imaginación Persistencia En esta actividad se trabaja la originalidad de los estudiantes en proponer algo incierto, proporcionando más de una explicación lógica de cómo evolucionará la vida.	50 minutos
D. Preguntas para el juego de preguntas	Crear las preguntas para el juego de preguntas de forma contextualizada que supongan un reto para los estudiantes y permitan una respuesta abierta.	Indagación Con esta actividad el estudiante debe crear preguntas que no sean reproductivas.	2 horas
G. Galería Homínidos	Hacer analogías poco comunes y propias, para relacionar significativamente el material elegido con el incremento de la capacidad craneal en el linaje humano.	Imaginación Persistencia Esta actividad pretende que el estudiante haga conexiones entre la información que han buscado de cada homínido y las características que tiene el material elegido, para demostrar un hecho biológico.	2 horas

Con estas 5 actividades, se trabajaron las 5 dimensiones creativas descritas por Lucas *et al.* (2013) y se analizaron específicamente 3 de ellas: la indagación, la imaginación y la persistencia. Las dimensiones de disciplina y de colaboración estaban presentes en las actividades, pero no se examinaron en este trabajo ya que los estudiantes las trabajan de manera habitual y se decidió focalizar en las otras tres dimensiones, más novedosas en el contexto del estudio. Cada una de estas actividades se relaciona con al menos una de las dimensiones creativas: el mapa conceptual se relaciona con la imaginación porque se pide al estudiante que relacione diferentes ideas con la palabra evolución en un determinado tiempo. A partir de las palabras escritas, debe seleccionar 8 y categorizarlas para elaborar un mapa conceptual. En la actividad de la resistencia bacteriana, a partir de unas noticias, se trabaja la imaginación, porque los estudiantes deben establecer un vínculo entre la teoría de evolución y la resistencia bacteriana. En el relato de ciencia ficción se debe buscar ideas poco frecuentes para imaginar cómo evolucionará la vida en un futuro, por lo tanto, se trabajan dos capacidades creativas, la imaginación y persistencia. Con el juego de preguntas se trabaja la indagación, ya que el estudiante debe formular preguntas abiertas para preparar el juego de mesa y pensar múltiples respuestas que podrían dar sus compañeros. Finalmente, en la galería de homínidos, se trabaja tanto la imaginación como la persistencia, en la originalidad de la elección del material para hacer la analogía de la capacidad craneal de cada homínido.

3.4. Implementación, recogida y análisis de datos

Durante la realización del proyecto "Tras las huellas de la evolución" los estudiantes realizaron las actividades diseñadas. Posteriormente, se analizaron las producciones de los estudiantes mediante el uso de una rúbrica de elaboración propia para examinar las diferentes habilidades creativas (Tabla 2), de acuerdo con los criterios establecidos por Rodrigo y Rodrigo (2012) y Lucas *et al.* (2013). La rúbrica fue revisada y consensuada por el grupo de investigación y se usó para analizar las producciones realizadas en cada una de las actividades. Estas dimensiones estaban graduadas en 4 niveles y permitieron obtener información sobre el nivel de creatividad de las producciones de los estudiantes.

TABLA 2
Rúbrica para el análisis de las producciones de los estudiantes.

Actividad	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Dimensión: Imaginación				
Elaboración mapa conceptual (A)	La categorización es incompleta y sin relaciones entre los conceptos.	Clasifica de forma parcial en categorías los conceptos y hace un mapa conceptual con nexos de unión no siempre precisos y sin una jerarquía clara.	Todos los conceptos se clasifican en categorías y hace un mapa conceptual con nexos de unión no siempre precisos y sin una jerarquía clara.	Todos los conceptos se clasifican en categorías, y hace un mapa conceptual con nexos de unión precisos y bien jerarquizado.
Uso del modelo de selección natural para explicar la aparición de resistencia bacteriana (B)	Describen la resistencia bacteriana a antibióticos sin relacionarla con la selección natural.	Describen los conceptos de selección natural y la aparición de resistencia bacteriana a antibióticos sin una relación de causalidad.	Utiliza el concepto de selección natural para explicar la aparición de resistencia bacteriana a los antibióticos sin establecer claramente la relación de causalidad.	Utiliza el modelo de selección natural para explicar la aparición de resistencia bacteriana a los antibióticos explicitando con claridad la relación de causalidad.
Relación de hechos imaginados con los científicos - Relato de ciencia ficción (C)	Presenta un relato sin ideas relacionadas con la evolución.	Presenta un relato contextualizado donde se relaciona los hechos imaginados con los conceptos científicos.	Presenta un relato contextualizado donde se relaciona los hechos imaginados con los conceptos científicos de evolución de forma causal.	Presenta un relato contextualizado y original donde se relaciona los hechos imaginados con los conceptos científicos de evolución de forma causal.
Diseño de analogías sobre un hecho evolutivo - Galería Homínidos (G)	No relacionan de manera explícita el material elegido para la analogía con el incremento de la capacidad craneal en el linaje humano.	Se utiliza una única característica del material elegido para la analogía y se establece una relación poco significativa con el incremento de la capacidad craneal en el linaje humano.	Se utiliza una única característica del material elegido para la analogía y se establece una relación significativa con el incremento de la capacidad craneal en el linaje humano.	Se utilizan diversas características del material elegido para la analogía y se establecen varias relaciones significativas con el incremento de la capacidad craneal en el linaje humano.
Dimensión: Indagación				
Creación de las preguntas para el juego de preguntas (D)	Se elaboran preguntas concretas, de respuesta cerrada y específicas.	Se elaboran preguntas de respuesta abierta en los mismos contextos trabajados en clase.	Se elaboran preguntas generales y de respuesta abierta en contexto similar a los trabajados en clase.	Se elaboran preguntas contextualizadas y de respuesta abierta que suponen un reto, ya que obligan a buscar explicaciones a situaciones nuevas.

Elaboración propia.

TABLA 2
Continuación

Actividad	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Dimensión: Persistencia				
Originalidad en el Relato de ciencia ficción (C)	Propone una versión muy similar a la realidad actual, sin ideas originales.	Propone un relato con ideas parecidas, aunque alguna es infrecuente e inusual.	Propone un relato propio, diferente y único, con más de una idea inusual, infrecuente y no obvia, relacionando el contenido trabajado y las ideas generadas por el propio grupo.	Propone un relato propio, diferente y único, con gran variedad de ideas inusuales, infrecuentes y no obvias, relacionando el contenido trabajado y las ideas generadas por el propio grupo.
Originalidad en la Galería Homínidos (G)	Presenta una idea común y/u obvia.	Presenta una idea inusual pero no es más creativa que los productos que normalmente generan.	Presenta una propuesta propia, más arriesgada, con más de una idea inusual. El producto es más original que los habituales.	Presenta una propuesta propia, diferente al resto y única, con ideas inusuales, infrecuentes y establece relaciones significativas entre el material y la teoría.

4. RESULTADOS

4.1. Desarrollo de las habilidades creativas en las actividades diseñadas

De las producciones de los estudiantes, elaboradas a lo largo del proyecto se evaluaron tres dimensiones creativas mediante las rúbricas de propia elaboración (Tabla 2): imaginación (actividades A, B, C, G), indagación (D) y persistencia (C, G). No se apreciaron diferencias significativas de los resultados en el género de los estudiantes.

La imaginación es la que más se trabaja puesto que está presente en 4 de las 5 actividades (Figura 2). En todas las actividades hay estudiantes que alcanzan el nivel 1, excepto en la realización del mapa conceptual (A). La actividad con más estudiantes en el Nivel 4 es la del relato científico (C), en la que se relacionan hechos imaginados con los científicos. En la actividad de relacionar el concepto de selección natural con la aparición de la resistencia bacteriana (B), es donde el 38.5% de los estudiantes están en el nivel más bajo (Nivel 1). En la actividad de la galería de los homínidos, en la que se deben elaborar analogías con el hecho evolutivo, la mayoría de los estudiantes consiguen el nivel 3 (61%). En la Figura 4 se muestra una de las analogías calificada con el nivel 1, en las que no se relaciona el material utilizado con la capacidad craneal y una calificada con el nivel 4, en la que se utilizan las características del material elegido para la analogía.

La indagación se ha trabajado exclusivamente en la actividad D, en la que más de la mitad del estudiantado alcanzó el nivel 4 (51.1%). La persistencia se ha trabajado en dos actividades en las que se valoraba la originalidad del producto. Por un lado, en el relato de ciencia ficción (C), en el cual se pedía que fuese propio, con variedad de ideas poco frecuentes. Por otro lado, en la galería de los homínidos (G) se les pedía hacer una analogía fuera de lo común (Figura 2 y Figura 3).

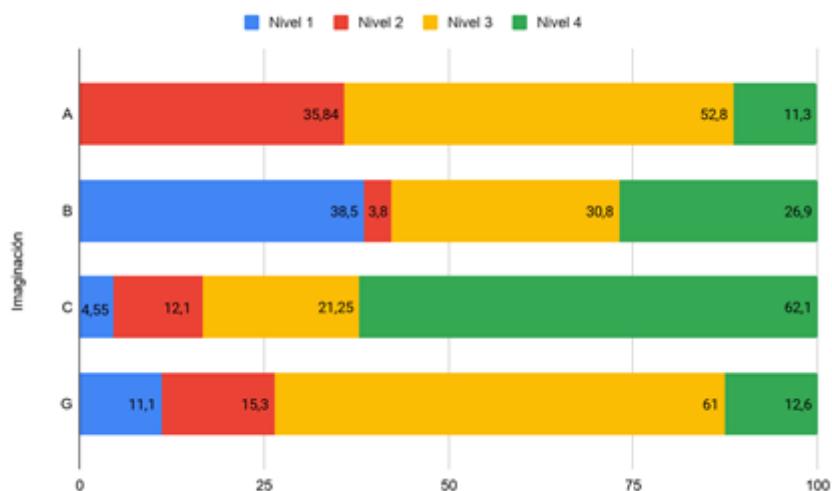


FIGURA 2

Resultados del análisis de las producciones realizadas en las diferentes actividades (A, B, C y G) en relación a la dimensión de imaginación, expresados en porcentaje de producciones que obtienen cada uno de los niveles (1-4).

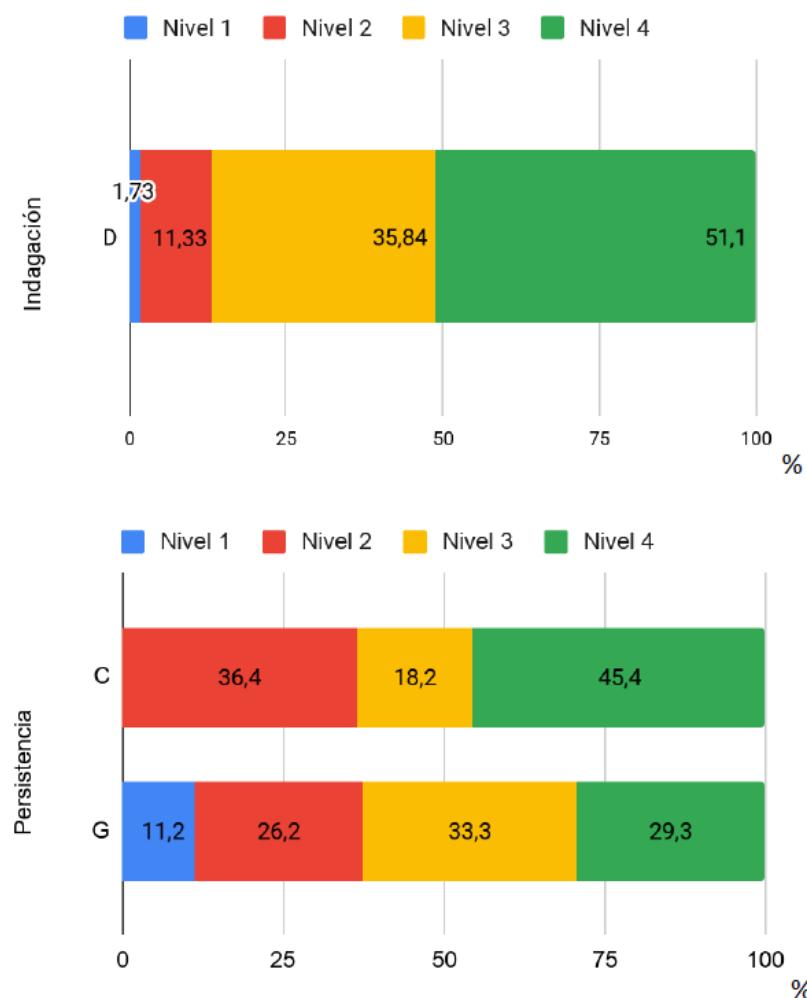


FIGURA 3
Resultados del análisis de las producciones realizadas en las diferentes actividades (D, C y G) en relación a las dimensiones de indagación y la persistencia, expresados en porcentaje de producciones que obtienen cada uno de los niveles (1-4).

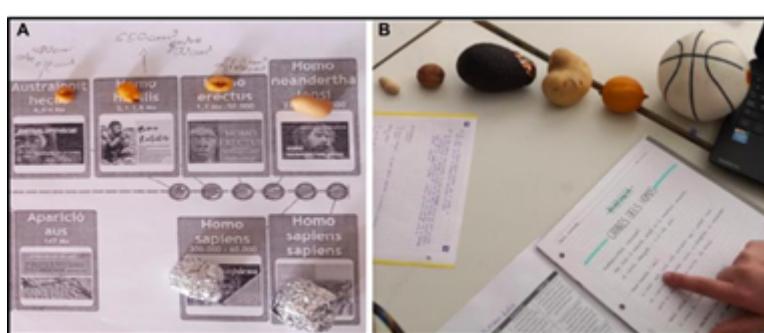


FIGURA 4
Ejemplos de las producciones de los estudiantes de la actividad G (Galería de Homínidos), calificadas con el nivel 1 (A) y el nivel 4 (B) de imaginación

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Al revisar la bibliografía existente sobre la creatividad en el aula de ciencias en secundaria, se ha comprobado que hay pocas referencias e investigaciones sobre el tema. Esta poca cantidad de estudios puede ser debida a la poca tradición de trabajar la creatividad en la clase de ciencias, y por ello no es habitual diseñar actividades que la tengan en cuenta (Ndeke *et al.* 2016). Además, en educación infantil y primaria no suelen trabajarse dimensiones clave de la creatividad científica como relacionar ideas diferentes, la búsqueda de solución a problemas, o la relación del arte con las ciencias (Liu y Lin 2014). Es importante trabajar la creatividad en el aula de ciencias porque estimula aspectos que no se pueden promover en otras asignaturas, como identificar problemas, formular hipótesis y pensar estrategias para validar sus ideas, así como reflexionar y evaluar los pasos seguidos individualmente y en grupo (Csikszentmihalyi y Sawyer 2014; Simonton 2004). Asimismo, se ha visto que estrategias de enseñanza de las ciencias basadas en la indagación, como las planteadas en Domènec (2015), constituyen una vía idónea para promover el interés del estudiante y un aprendizaje más significativo (Caamaño 2012).

Esta propuesta de nuevas actividades, su implementación y el análisis de las producciones de este estudio, pueden ser una ayuda para motivar al profesorado a diseñar e implementar actividades que fomenten la creatividad en el aula de ciencias, además de perder el miedo a trabajar con ella. En esta línea, también encontramos los estudios de Calavia *et al.* (2019) y Domènec (2015) que muestran propuestas para trabajar la creatividad en el aula. Ferrández, Bascuas y Nebra (2019) cuando evalúan la implementación de la metodología “Learning by Challenges” en clases de ciencias de cuarto de la ESO concluyen que contribuye al desarrollo de estudiantes más creativos y crea nuevas posibilidades de aprendizaje competencial. Para la implementación de actividades creativas es necesario que estas actividades sean abiertas, centradas en el estudiante y que, a la vez, se puedan trabajar de forma cooperativa en grupo, basadas en una enseñanza de descubrimiento e investigación por parte de los propios estudiantes (Kind y Kind 2007; Fasko 2001). También es importante favorecer la confianza y proporcionar tiempo suficiente para expresar las ideas (Martínez 2019). Por eso, las actividades que se realicen en un entorno sin presión, valorando todas las ideas, incluyendo formas alternativas de resolución de problemas, e incluso incentivando al alumno a aprender de los errores para que sea crítico con los resultados y aprenda de ellos (Craft 2005; DeHaan 2009; Lovat y Fleming 2015). Teniendo en cuenta las sugerencias de los distintos autores, en este estudio se analizó el desarrollo del pensamiento creativo del estudiante a través del diseño y aplicación de varias actividades diseñadas en el proyecto “Tras las huellas de la evolución”. Durante la intervención se propusieron actividades en las que se desarrollan diferentes habilidades creativas como hacer analogías, formular buenas preguntas o elaborar ideas en contextos no relacionados anteriormente.

Tras la aplicación y análisis de las producciones del estudiante, se hace visible la facilidad que muestra éste para crear ideas, pero también, las dificultades para crear relaciones, pasar de la teoría a un contexto concreto y realizar buenas preguntas, que sean abiertas y a su vez relacionen los diferentes conceptos estudiados en el proyecto, y plasmar su creatividad en diferentes formatos artísticos. Por ejemplo, en la actividad del relato científico (C), hay mejores resultados porque probablemente es más fácil para los estudiantes plasmar ideas poco comunes de forma escrita que usando analogías, en un formato visual (G). Estas dificultades, tal vez pueden ser debidas a que los estudiantes no están acostumbrados a trabajar con actividades contextualizadas que les obligue a relacionar situaciones no conocidas con su propio conocimiento, ni a plasmar contenido científico de forma creativa. Se debe dedicar un tiempo a enseñarles a relacionar aspectos inusuales, analizar y sintetizar la información conectando ideas aparentemente muy desligadas. Una estrategia para lograrlo sería romper esquemas, puntos de vista establecidos y paradigmas preexistentes, mediante la colaboración entre iguales, que implica interacción y discusión de conocimientos e ideas (Hadzigeorgiou *et al.* 2012). Además, también es importante plantear preguntas abiertas, que den lugar a más de una única solución, para que se habitúen a ello y así desarrollar la creatividad, necesaria para crear algo nuevo y útil para la sociedad.

(Plucker *et al.* 2004). Tras el análisis, el estudio también muestra que la actividad ha favorecido la dimensión de indagación, a pesar de esto, sugerimos trabajar esta dimensión en más actividades ya que no se puede garantizar el desarrollo de esta dimensión en una única actividad.

A menudo, en las clases de ciencias no se acostumbran a valorar las aportaciones e ideas creativas de los estudiantes (Bermejo *et al.* 2014). A destacar positivamente de nuestra intervención, se observa que, aunque los estudiantes no están acostumbrados a trabajar con este formato de actividades, existe una evolución en su proceso creativo, pese al miedo que inicialmente muestran ante la novedad. No todos los estudiantes se atreven a mostrar sus ideas e innovaciones en sus producciones, por temor a ser penalizados en la calificación. Quizás se debe destinar tiempo en promover la seguridad emocional suficiente que permita no temer a equivocarse y enfrentar la frustración cuando no hay un guión ni unas pautas estrictas para seguir en el desarrollo de una actividad. También sería interesante introducir alguna actividad en la que se pusiera de manifiesto que la creatividad es importante para los científicos; algunas de estas podrían ser entrevistar a un científico conocido o analizar información de artículos o entrevistas a científicos sobre este tema.

Esta investigación sobre la aplicación de actividades creativas en las clases de ciencias resulta estratégica de cara a la mejora de las habilidades creativas del estudiante y su aprendizaje, además, los propios estudiantes son conscientes que su estimulación es importante para su futuro. Los desafíos sociales futuros requieren entender que la creatividad es necesaria en ciencias y es importante animar al aprendiz a saber cómo y cuándo deben de ser creativos.

Entre las limitaciones de este trabajo cabe destacar que la muestra es reducida y que no es representativa, ya que queda restringida a un único centro de educación secundaria sin tener en cuenta otros contextos. Por lo tanto, para futuras investigaciones sería necesario aumentar el número de participantes, con la finalidad de comprobar si los resultados obtenidos en el presente estudio se constatan.

En futuras implementaciones de este proyecto, sería recomendable compartir y reflexionar con los estudiantes, las dimensiones de la creatividad trabajadas en cada una de las actividades diseñadas. De este modo, éstos serían más conscientes de que dimensión creativa se fomenta en cada actividad.

Finalmente, otro aspecto a tener en cuenta para mejorar el trabajo sería el tiempo. Intentar observar resultados en una franja corta de tiempo es complejo porque el pensamiento creativo no se estimula de un día para otro, es por esto que, sería recomendable realizar más actividades como las diseñadas a lo largo de todo el curso.

Para concluir, este estudio sugiere que el estudiante adquiere habilidades creativas, a través de introducir actividades que estimulan la creatividad. La realización de analogías, elaborar mapas conceptuales o establecer conexiones entre conceptos poco relacionados aparentemente, son actividades que han estimulado la dimensión de imaginación. Al estudiante le es más sencillo trabajar la dimensión de persistencia a partir de la redacción de un relato propio, con variedad de ideas poco frecuentes, que realizar analogías visuales.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beghetto R., Kaufman J. (2013). Fundamentals of creativity. *Education Leadership* 70(5), 10-5.
- Bermejo M. R., Ruiz M. J., Ferrández, C., Soto, G., Sainz, M. (2014) Pensamiento científico-creativo y rendimiento académico. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación* 1, 64-72.
- Bickmore B. (2010). La Creatividad en la Ciencia. *Visionlearning*, POS-3. Recuperado de <https://www.visionlearning.com/es/library/Proceso-de-la-Ciencia/49/La-Creatividad-en-la-Ciencia/182>. [5 de mayo de 2019].
- Caamaño, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? Los trabajos prácticos investigativos. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* 70, 83-91.
- Calavia M., Blanco T., Casas R. (2019). Recursos basados en el diseño para fomentar la creatividad en el aula. (No. COMPON-2019-CINAIC-0120).

- Conradty C., Bogner F. X. (2018). From STEM to STEAM: How to Monitor Creativity. *Creativity Research Journal* 30(3), 233–240.
- Craft A. (2005). *Creativity in Schools. Tensions and Dilemmas*. New York: Routledge.
- Csikszentmihalyi M. (1996). Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention. HarperPerennial.
- Csikszentmihalyi M., Sawyer K. (2014). Creative Insight: The Social Dimension of a Solitary Moment, in Csikszentmihalyi M. (Eds.), *The Systems Model of Creativity. The Collected Works of Mihalyi Csikszentmihalyi* (pp.73-9). Dordrecht: Springer.
- Davies L. M., Newton L. D., Newton D. P. (2018). Creativity as a twenty-first-century competence: an exploratory study of provision and reality. *Education 3-13* 46(7), 879–891.
- DeHaan R. L. (2009). Teaching Creativity and Inventive Problem Solving in Science. *CBE Life Science Education* 8, 172–181.
- Domènec J. (2015). Una secuencia didáctica de modelización, indagación y creación del conocimiento científico en torno a la deriva continental y la tectónica de placas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* 12(1), 186-197.
- Ersoy E., Başer N. (2014). The effects of problem-based learning method in higher education on creative thinking. *Procedia* 116, 3494-3498.
- Fasko D. (2001). Education and Creativity. *Creativity Research Journal* 13(3-4), 317–327.
- Ferrández, M. B. C., Bascuas, T. B., y Nebra, R. C. (2019). Recursos basados en el diseño para fomentar la creatividad en el aula. In *Aprendizaje, innovación y cooperación como impulsores del cambio metodológico. Actas del V congreso internacional sobre aprendizaje, innovación y cooperación, CINAIC 2019* (pp. 590-595). Servicio de Publicaciones.
- Ferreira H. A. (2014). Mesas Socioeducativas para la Inclusión y la Igualdad. Un programa “De todos con todos”. Una experiencia en construcción. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 7(2).
- Guevara Á. D. (1991). Creatividad y ciencia. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales* 36(144), 81–90.
- Hadzigeorgiou Y., Fokialis P., Kabouropoulou M. (2012). Thinking about Creativity in Science Education. *Creativity Education* 3(5), 603–11.
- Haylock D. (2010). Recognizing mathematical creativity in schoolchildren, Analyses, 3, pp. 68–74.
- Hopkins C. (1-3 de octubre 2009). *Creative Learning for a Sustainable World*. The 6th Annual International Conference, Grand Hotel Union in Ljubljana, Slovenia.
- Kim K. H. (2019). Demystifying Creativity: What Creativity Isn't and Is?. *Roeper Review* 41(2), 119-128.
- Kind P. M., Kind V. (2007). Creativity in Science Education: Perspectives and Challenges for Developing School Science. *Studies in Science Education* 43, 1–37.
- Kleibeuker S. W., De Dreu, C. K. W., Crone, E. A. (2013). The development of creative cognition across adolescence: distinct trajectories for insight and divergent thinking. *Developmental Science* 16(1), 2–12.
- Liu S.C., Lin H.S. (2014). Primary Teachers' Beliefs about Scientific Creativity in the Classroom Context. *International Journal of Science Education* 36(10), 1551-1567.
- Lovat T., Fleming D. (2015). Creativity as Central to Critical Reasoning and the Facilitative Role of Moral Education: Utilizing Insights from Neuroscience. *Creative Education* 6(11), 1097–1107.
- Lucas B., Claxton G., Spencer E. (2014). Progression in Student Creativity in School: First Steps Towards New Forms of Formative Assessments. *OECD Education Working Papers*, 86. OECD Publishing.
- Martínez, L. D. C. (2019). La creatividad y la educación en el siglo XXI. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, RIIEP*, 12(2), 211-224.
- Ndeke G.C., Okere M. I. O., Keraro F.N. (2016). Secondary School Biology Teachers' Perceptions of Scientific Creativity. *Journal of Education and Learning* 5(1), 31-43.
- Newton D. P., Newton L. D. (2009). Some student teachers' conceptions of creativity in school science. *Research in Science & Technological Education* 27(1), 45-60.

- Plucker J. A., Beghetto R. A., Dow G.T. (2004). Why isn't creativity more important to educational psychologists? Potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Education Psychological* 39(2), 83-96.
- Rodrigo I., Rodrigo L. (2012). Creatividad y educación. *Prisma Social* 9, 311-351.
- Rodríguez G., Zhou C., Carrió M. (2017). Creativity in biomedical education: senior teaching and research staff's conceptualization and implications for pedagogy development. *International Journal Engineering Education* 33(1), 30-43.
- Sawyer R. K. (2006). Explaining creativity: The science of human innovation. New York: Oxford University Press.
- Simonton D. K. (2004). *Creativity in Science. Chance, Logic, Genius and Zeitgeist*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Torrance P. (1992). A National Climate for Creativity and Invention. *Gifted Child Today* 15 (1), 10-14.
- Touriñán J. M. (2012). Creatividad, educación e innovación: emprender la tarea de ser autor y no sólo actor de sus propios proyectos. *Revista de investigación en educación* 10(1), 7-21.
- Ulger K. (2019). Comparing the effects of art education and science education on creative thinking in high school students. *Arts Education Policy Review*, 120(2), 57-79.
- Zhou C. (2012). Integrating creativity training into Problem- and Project-Based learning curriculum in engineering education. *European Journal of Engineering Education* 37, 488-99.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Para citar este artículo: Torras, A., Castarlenas, L., Lope, S. y Carrió, M. (2022) Promoviendo la creatividad científica en secundaria: diseño y aplicación de actividades en el aula de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 19(3), 3204. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3204