



UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

**ACTITUD HACIA LA CIENCIA Y LOS FACTORES  
MODERADORES:  
METODOLOGÍA PARTICIPATIVA, ILUSTRACIONES, LIBROS DE  
TEXTO Y ESTILOS DE APRENDIZAJE**

Tesis Doctoral presentada por:

**David Aguilera Morales**

Dirigida por:

**Dr. Francisco Javier Perales Palacios**



Granada, 2019

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales  
Autor: David Aguilera Morales  
ISBN: 978-84-1306-190-0  
URI: <http://hdl.handle.net/10481/55717>



**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

Facultad de Ciencias de la Educación

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

**ACTITUD HACIA LA CIENCIA Y LOS FACTORES  
MODERADORES:  
METODOLOGÍA PARTICIPATIVA, ILUSTRACIONES, LIBROS DE  
TEXTO Y ESTILOS DE APRENDIZAJE**

Memoria de TESIS DOCTORAL dirigida por el Doctor Francisco Javier Perales Palacios, en el marco del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada, que presenta D. **David Aguilera Morales** para optar al grado de Doctor en el Programa de Doctorado de Ciencias de la Educación.

Fdo. David Aguilera Morales

Vº Bº del Director,

Dr. Francisco Javier Perales Palacios

***Reconocimientos:***

Esta investigación ha sido posible gracias a la concesión del contrato N° 6161 para la contratación de Jóvenes Investigadores, financiado por la Universidad de Granada, la Junta de Andalucía y el Fondo Social Europeo.

Se ha realizado en el seno del Grupo de Investigación Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Sostenibilidad (HUM613) del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Junta de Andalucía.

El doctorando David Aguilera Morales y el director de la tesis Francisco Javier Perales Palacios garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por el doctorando bajo la dirección del director de la tesis y, hasta donde nuestro conocimiento alcanza, se han respetado los derechos de aquellos autores y autoras citados en los distintos trabajos que componen la Tesis Doctoral que aquí se presenta.

Asimismo, certificamos que

- David Aguilera Morales es autor o coautor de todos y cada uno de los artículos publicados o enviados para su evaluación, compendiados en esta memoria en los Capítulos 2, 3, 4, 5 y 6.
- David Aguilera Morales es autor principal de todos ellos y, por tanto, han contribuido a su formación como investigador.
- Todos y cada uno de los artículos compendiados en esta memoria son originales y no han sido utilizados por ninguno de sus autores en otras tesis doctorales.

Granada, 26 de febrero de 2019

Director de la Tesis

Doctorando

Fdo.: Francisco Javier Perales Palacios

Fdo.: David Aguilera Morales



## AGRADECIMIENTOS

---

Ochocientos cuarenta y siete días después de iniciar este trabajo, coincidiendo con el término del mismo, he tomado verdadera conciencia de lo que significa un trabajo de esta índole. A lo largo de este tiempo he recibido ayuda de familiares y personas que ya conocía, que recién empezaba a conocer y otras que he conocido en el transcurso de esta tesis doctoral. Otras, sin embargo, iniciaron este proyecto a mi lado, pero no pudieron terminarlo por el devenir de la vida. Hablo de mi abuela, Mercedes, es con ella con la que quiero comenzar mis agradecimientos:

A mi abuela por acompañarme, por interesarte por mí y por mi trabajo, aunque siempre nuestras conversaciones sobre mis estudios de doctorado acabaran en la misma pregunta: *¿pero tú no eras maestro? ¿qué haces ahora estudiando cosas de médicos?* No me cansé nunca de explicarte que no es lo mismo un doctorado que estudiar medicina, es más echo de menos las risas que compartíamos. Allá donde estés: gracias.

A mis padres, Beatriz y José María, por su atención, cariño y sosiego. Sabéis que soy una maremoto de emociones y que lo vivo todo con una alta intensidad. Vosotros habéis sido mi consuelo en los momentos menos buenos y mi «freno» en aquellos momentos de euforia. Por vuestra sensatez y cariño incondicional: gracias.

A mi hermano, Cristian, por ser el público y el tribunal más duro al que me he enfrentado, por ser siempre el primero en escuchar y leer mis trabajos y presentaciones. Nadie mejor que tú conoce las presentaciones que he ido realizando durante este tiempo. También por tu cariño, a veces un poco áspero (¿cuantas veces me has llamado pesado, pero luego has terminado acudiendo a mi ayuda?), y por tu sinceridad: gracias.

A mi pareja, Estefanía, por ser un pilar importante durante todo este tiempo, por tu comprensión y cariño. También por ser mi «termostato», arrimando el hombro cuando me has visto agobiado y animándome cuando era necesario. ¿Cuántos datos habrás volcado al famoso SPSS? Por ello y mucho más: gracias.

A mi grupo de los Tres Mosqueteros (como reza nuestro grupo de WhatsApp), Gabriel y Rubén, por ser compañeros de fatigas y de alegrías, por las largas tutorías sobre metodología y estadística que hemos mantenido durante todo este tiempo: gracias.

A Paco, Eduardo y Antonio como miembros del equipo directivo del I.E.S. Álvarez Cubero, y a Ricardo, Aurora, Pepa, David, Álvaro... como docentes

que os embarcasteis desinteresadamente en este proyecto, otorgándome vuestro tiempo y atención. Sin vuestra generosidad esta tesis todavía estaría dando tumbos por mi cabeza. También por el trato cercano y amable que recibí de vuestra parte: gracias.

A todos los alumnos y alumnas que han participado en esta tesis doctoral, en especial al alumnado de primer curso de ESO de la promoción 17/18 con los que compartí tres intensos meses de trabajo. He aprendido mucho con vosotros y de vosotros, sois unos chicos y chicas increíbles, espero que sigáis aprendiendo ciencias y sobre todo disfrutando ellas. Os mantengo en el recuerdo y espero que nuestras vivencias os marcaran tanto como a mí, pues vosotros sois la razón de esta tesis doctoral. También por vuestra espontaneidad, sinceridad y cariño: gracias.

A mis compañeros y compañeras de doctorado, Tobías, Ángela, Víctor y Leticia, por vuestra colaboración y amabilidad. Por aportar vuestro granito de arena a mi tesis doctoral desinteresadamente: gracias.

A todos los profesores y profesoras del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada, Paco, Javier (Carrillo), Pilar, Carmen... Por vuestra disposición, atención y amabilidad: gracias.

A José Miguel, director de dicho departamento y, si me permite, amigo. Por colaborar en mi tesis, por tus consejos, por la atención y el trato amable que siempre me has dedicado: gracias.

A Javier, mi director y amigo. Tiendo a ser escueto en mis explicaciones y más aún si se trata de mostrar mis emociones, pero mereces un aparte, de ahí que finalice mis agradecimientos contigo. Generosidad, amabilidad, sinceridad y profesionalidad son características que te identifican. Durante este tiempo hemos intercambiado ideas, propósitos y opiniones. También hemos compartido mesa, a la vez que hemos comentado opiniones y vivencias personales. Todas estas charlas, académicas y cotidianas, han desprendido enseñanzas y, también, aprendizaje. En definitiva, por tener siempre la respuesta adecuada, por tu dedicación y por tu honestidad: GRACIAS.

## RESUMEN

---

Esta investigación está compuesta por un conjunto de trabajos, todos enmarcados en el estudio de la actitud hacia la ciencia del alumnado y sus moderadores.

Primero, se realizaron tres trabajos de revisión de la literatura para determinar la incidencia de distintos métodos y recursos didácticos en la actitud hacia la ciencia del alumnado. Concretamente, se analizaron las implicaciones educativas de la enseñanza basada en indagación y las salidas de campo, además de ofrecer una comparación de los efectos producidos por distintas estrategias de enseñanza en dicha variable de estudio.

Segundo, a partir de las percepciones y opiniones de varios docentes, se analizó la influencia del libro de texto y las ilustraciones en la actitud hacia la ciencia del alumnado. Además, se extrajeron aquellos patrones generales que siguen los docentes en el empleo de estos recursos didácticos y posibles alternativas para mejorar su potencial didáctico.

Finalmente, se profundizó en las bondades del método de enseñanza participativo para mejorar la actitud hacia la ciencia del alumnado y se estudió la relación entre sus estilos de aprendizaje y su actitud hacia la ciencia. Estas acciones conllevaron la adaptación, traducción y validación de un cuestionario para medir la actitud del alumnado hacia la ciencia.

**Palabras clave:** didáctica de las ciencias, actitud hacia la ciencia, libros de texto, ilustraciones, estilos de aprendizaje, métodos activos.

## ABSTRACT

---

This research was composed for a set of works, all framed in the study of students' attitude towards science and their moderators.

First, three reviews of the literature were carried out to determine the incidence of different teaching methods and didactic resources in students' attitude towards science. Specifically, the educational implications of inquiry-based teaching and field trips were analysed, besides offering a comparison of the effects produced by different teaching strategies in this variable.

Second, from the perceptions and opinions of various teachers, the influence of textbook and illustrations on students' attitude toward science was analysed. In addition, the general patterns that teachers follow in the use of these didactic resources and possible alternatives to improve their didactic potential were presented.

Finally, the benefits of the participative teaching method to improve students' attitude towards the science and the relation between students' learning styles and their attitude toward science were studied. These actions led to the adaptation, translation and validation of a questionnaire to measure students' attitude towards science.

**Keywords:** science education, attitude towards science, textbooks, illustrations, learning styles, active methods.

# ÍNDICE

---

INTRODUCCIÓN	13
Capítulo 1. PRESENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.1. Origen y antecedentes de la investigación. Una reflexión personal	16
1.2. Preguntas y objetivos de investigación	18
1.3. Estructura de la investigación	19
1.4. Fundamentación teórica	20
1.4.1. El concepto «actitud hacia la ciencia»	21
1.4.2. Moderadores de la actitud hacia la ciencia	23
1.4.2.1. Factores intrínsecos	23
1.4.2.2. Factores extrínsecos	25
1.5. Metodología de investigación	28
Capítulo 2. PARA AVANZAR HAY QUE MIRAR ATRÁS	29
2.1. Presentación	30
2.2. Artículo 1	32
2.3. Artículo 2	58
2.4. Artículo 3	75
2.5. Comentarios finales	100
Capítulo 3. ACTITUD, ILUSTRACIONES Y LIBROS DE TEXTO	102
3.1. Presentación	103
3.2. Artículo 4	104
3.3. Comentarios finales	121
Capítulo 4. EL «SCHOOL SCIENCE ATTITUDE QUESTIONNAIRE»	123
4.1. Presentación	124
4.2. Artículo 5	125
4.3. Comentarios finales	145
Capítulo 5. ACTITUD Y METODOLOGÍA PARTICIPATIVA	146
5.1. Presentación	147
5.2. Artículo 6	149
5.3. Comentarios finales	164
Capítulo 6. ACTITUD Y ESTILOS DE APRENDIZAJE	165
6.1. Presentación	166
6.2. Artículo 7	167
6.3. Comentarios finales	185
Capítulo 7. CONCLUSIONES GENERALES	186
7.1. Conclusiones respecto a los objetivos generales	187
7.2. Aportaciones transversales de la investigación	188
7.3. Limitaciones y prospectiva	189

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	191
RELACIÓN DE TABLAS Y FIGURAS	198
ANEXOS	199

## INTRODUCCIÓN

---

Esta tesis doctoral se presenta bajo la modalidad de compilación de artículos para la obtención del título de Doctor en Ciencias de la Educación por la Universidad de Granada. Así, conforme a la normativa expuesta por esta universidad, se aportan cinco artículos publicados en revistas con índice de impacto JCR (Journal Citation Report) o SJR (Scimago Journal Rank) y dos artículos enviados para su evaluación en revistas del impacto señalado. En este sentido, aunque todos ellos poseen valor científico por sí mismos, constituyen un continuo que va desde lo general hacia lo específico. Tan es así que esta investigación se inicia con el estudio de las implicaciones educativas de algunos métodos y recursos didácticos para la enseñanza de las ciencias (atendiendo en cada uno al aspecto actitudinal), para después analizar la capacidad de influencia en la actitud hacia la ciencia de distintos factores:

- Aguilera, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vílchez-González, J.M., y Perales, F.J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 381, 259-284.
- Aguilera, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3103.
- Aguilera, D., y Perales, F.J. (2018). What Effects Do Didactic Interventions Have on Students' Attitudes Towards Science? A Meta-Analysis. *Research in Science Education*, (online), <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9702-2>
- Aguilera, D., y Perales, F.J. (2018). El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la ciencia del alumnado: percepciones, experiencias y opiniones del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(3), 41-58.
- Aguilera, D., y Perales, F.J. Actitud hacia la ciencia: desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). *En evaluación*.
- Aguilera, D., y Perales, F.J. (2019). Learning Biology and Geology through a Participative Teaching Approach: The Effect on Student Attitudes towards Science and Academic Performance. *Journal of Biological Education*, (online), <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1569084>

- Aguilera, D., y Perales, F.J. Modelizando la relación entre actitud hacia la ciencia y estilos de aprendizaje en Educación Secundaria. *En evaluación*.

En aras de proporcionar unidad a la compilación de artículos descrita, se presentan los siguientes capítulos que conforman esta memoria:

- Capítulo 1. Muestra una panorámica de la investigación realizada, en la que se detallan los orígenes y antecedentes de este trabajo, las preguntas y objetivos de investigación, así como información básica para comprender la estructura, los conceptos y los métodos de investigación empleados.
- Capítulos 2, 3, 4, 5 y 6. En ellos se distribuyen los siete artículos citados. Además, en cada uno, se realiza una presentación y unos comentarios finales a fin de contextualizar los artículos y facilitar la lectura transversal de los mismos.
- Capítulo 7. Recoge las conclusiones generales, las limitaciones y las perspectivas de futuro resultantes de esta tesis doctoral.
- Se presentan las referencias bibliográficas utilizadas en esta memoria, independientemente de aquellas que aparecen referenciadas en cada uno de los artículos compilados.
- Por último, se incluye la relación de tablas y figuras incorporadas en la memoria y los anexos de la misma.

# Capítulo 1

## PRESENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

---

Qué se va a tratar...

- 1.1. Origen y antecedentes de la investigación. Una reflexión personal
- 1.2. Preguntas y objetivos de investigación
- 1.3. Estructura de la investigación
- 1.4. Fundamentación teórica
  - 1.4.1. El concepto «actitud hacia la ciencia»
  - 1.4.2. Moderadores de la actitud hacia la ciencia
    - 1.4.2.1. Factores intrínsecos
    - 1.4.2.2. Factores extrínsecos
- 1.5. Metodología de investigación

## 1.1. Origen y antecedentes de la investigación. Una reflexión personal

Enfrentarse a la elección de un tema de investigación es una tarea compleja que debe ser meditada, más aún cuando vas a dedicar varios años al mismo cometido. Dicho esto, podría afirmar que: «la culpa la tuvieron unos renacuajos».

Esta afirmación, que a priori podría parecer desvinculada del ámbito educativo, enmascara el modelo de enseñanza de las ciencias que vivencí durante mi niñez. Así, desde el primer al cuarto curso de Educación Primaria tuve la oportunidad de aprender ciencia a través de la experiencia, de forma activa y, sobre todo, disfrutar de y con aquello que aprendía en la ya desaparecida asignatura de «Conocimiento del Medio». Esto cambió en el último ciclo de Primaria y se radicalizó en la Educación Secundaria, cursos en los que el libro de texto, el cuaderno y el bolígrafo eran las herramientas necesarias (casi exclusivas) para aprender ciencias. Por ende, este cambio metodológico llegó a modificar mi predisposición hacia las asignaturas de ciencias, aunque no a menoscabar mi gusto por ellas.

Estas experiencias pasaron a formar parte de mi bagaje vital, en un principio como anécdotas, pero al término de mi formación inicial como maestro las recuperé como interrogantes:

- ¿Verdaderamente influye la metodología de enseñanza en el interés por las asignaturas de ciencias?
- ¿El abuso del libro de texto en la enseñanza de las ciencias se puede asociar al descenso del interés del alumnado por las asignaturas de ciencias?
- ¿Las características del alumno podrían determinar su interés por las asignaturas de ciencias?

Consecuentemente, desde mi trabajo fin de Grado he dirigido mi interés personal y profesional a intentar dar respuesta a dichas cuestiones. Por tanto, a esta tesis doctoral le anteceden algunos trabajos que han contribuido progresivamente a mi formación didáctica e investigadora. Tan es así que podríamos realizar una analogía con el desarrollo psicomotriz de un neonato en sus primeros años de vida.

«Primitivo, estático, instintivo...». Como el niño que balbucea y parece tener espasmos en brazos y piernas, todo ello con el objetivo de prepararse para interactuar y ganar experiencia. En esta línea fue mi trabajo fin de Grado, *Aprendo en el medio*, en el que presentaba una propuesta didáctica que pretendía llevar parte de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza fuera del aula, digamos que a uno de sus hábitats más emblemáticos, al medio natural.

Este trabajo aludía a la sistematización, la planificación y la cooperación para utilizar las salidas de campo como un recurso educativo asiduo para enseñar ciencias en aras de fomentar el gusto por aprenderlas. No obstante, *Aprendo en el medio* fue un trabajo con claros y oscuros, más ambicioso que plausible y con más ilusión que experiencia, todo muy propio de un (casi) maestro que recién empieza. A pesar de ello, este trabajo fue el texto base que me permitió escribir mi primer artículo, no científico sino didáctico:

- Aguilera, D. (2016). El valor pedagógico del medio. *Andalucíaeduca*, 166, 21-23.

«A gatas». Mi interés por la innovación en la enseñanza de las ciencias me llevó a cursar el Máster de Investigación e Innovación en Currículum y Formación (IICF) de la Universidad de Granada, en el que realicé la especialidad en Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE). Aludo únicamente a la innovación porque la investigación era un campo que desconocía, así que fue durante las clases del Máster donde aprendí el vínculo tan estrecho y necesario entre ambas íes, a la vez que fui adquiriendo algunas nociones relativas a ambos campos. En este sentido, aprendí a utilizar las famosas bases de datos, con ello a realizar búsquedas de la literatura más sistemáticas y exhaustivas y otros conocimientos que pueden entrecruzarse dada la naturaleza del Máster. Recuperando el símil iniciado, el niño va cogiendo fuerza y es, primero, capaz de incorporar la cabeza para, después, poder sentarse y acto seguido comenzar a gatear.

«Primeros pasos en tacatá». Una vez completada la formación básica en investigación e innovación educativa, di comienzo la especialidad elegida. Ello propició que conociese a Javier (después sería mi director de trabajo fin de Máster, TFM, y más tarde mi director de tesis), explorarse distintas líneas de investigación de DCE y, sobre todo, comenzase a profundizar en aquello que más curiosidad me generaba: el interés y el gusto del alumnado por la ciencia escolar. Así, gracias a la libertad que me dio Javier para elegir temática para el TFM y, también, a su ayuda (con directrices claras y sencillas, entregas habituales de archivos rar cargados de trabajos sobre la temática y una atención incuestionable) pude concretar el constructo sobre el cual quería trabajar: «la actitud hacia la ciencia». Al hilo de lo anterior, realizamos el estudio piloto del trabajo presentado en el Capítulo 5 de esta memoria:

- Aguilera, D., y Perales, F.J. (2016). Metodología participativa en Ciencias Naturales: Implicación en el rendimiento académico y la actitud hacia la Ciencia del alumnado de Educación Primaria. *ReiDoCrea*, 5, 119-129. <http://hdl.handle.net/10481/41450>

Este trabajo, a través de un diseño pre-experimental, pretendía probar la influencia de una intervención educativa fundamentada en el método de enseñanza participativo en la actitud del alumnado hacia la ciencia y en su rendimiento académico. Además, este se realizó con dos intenciones muy claras: (1) aprovechar la revisión de la literatura para identificar certezas e incertidumbres manifestadas por la comunidad científico-educativa sobre la actitud hacia la ciencia escolar del alumnado; y (2) adquirir experiencia en la puesta en práctica de la metodología participativa.

Finalmente, antes de abandonar esta reflexión de carácter tan personal, si tuviera que poner una entradilla a lo que sigue propondría esta: «Andar, correr y algún que otro traspié».

## 1.2. Preguntas y objetivos de investigación

Esta investigación se centra en el constructo «actitud hacia la ciencia» (AC), concretamente en su ámbito escolar, cuestión sobre la que incidiremos en el punto 1.4 de este mismo capítulo. Así, los interrogantes que nos planteamos prestan atención a distintos aspectos, intrínsecos e extrínsecos al alumno<sup>1</sup>, como posibles moderadores de su AC:

**P1:** ¿Qué efecto producen en la AC del alumnado los métodos y recursos de enseñanza de mayor tradición en DCE?

**P2:** ¿Cómo creen los docentes que incide el uso del libro de texto y las ilustraciones en la AC de su alumnado?

**P3:** ¿Qué influencia podría tener la metodología participativa en la AC y el rendimiento académico en ciencias del alumnado?

**P4:** ¿Cómo moderan los estilos de aprendizaje del alumnado su AC?

Estas cuestiones, en aras de alcanzar posibles respuestas, se han transpuesto a una serie de objetivos generales (OG), a los que se les ha asociado varios objetivos específicos (OE):

**OG1:** Identificar, mediante revisiones de la literatura, qué efecto provocan en la AC del alumnado aquellos métodos y recursos de enseñanza de mayor tradición en DCE.

**OE1.1:** Caracterizar el estado de la cuestión referente a la enseñanza basada en indagación y la salida de campo, prestando atención a sus implicaciones educativas.

---

<sup>1</sup> De aquí en adelante se recurrirá al masculino general, siguiendo las recomendaciones de Bosque (2012) para referirse por igual al género femenino y masculino.

**OE1.2:** Cuantificar y comparar el efecto generado por distintos métodos de enseñanza en la AC del alumnado.

**OG2:** Determinar, desde la perspectiva docente, cómo incide el uso del libro de texto y de las ilustraciones en la AC del alumnado.

**OE2.1:** Diseñar y validar por juicio de expertos un grupo de discusión para el fin descrito en OG<sub>2</sub>, destinado para docentes de Educación Primaria y Secundaria.

**OG3:** Analizar la influencia de la metodología participativa en la AC y el rendimiento académico en ciencias del alumnado.

**OE3.1:** Traducir, adaptar y validar en español el cuestionario de Barak, Ashkar y Dori (2011) para medir la AC del alumnado.

**OE3.2:** Diseñar, ejecutar y contrastar el efecto de una intervención educativa basada en el método de enseñanza participativo y fundamentada en los hallazgos encontrados.

**OG4:** Estudiar la relación entre los estilos de aprendizaje del alumnado y su AC.

**OE4.1:** Describir el nivel de AC y grado de preferencia por los distintos estilos de aprendizaje de una muestra de alumnos de Educación Secundaria.

Los objetivos generales y específicos presentados han secuenciado las acciones de investigación a la vez que vertebran esta tesis, diseñada como una compilación de artículos. En este sentido, el OG<sub>1</sub> y OG<sub>2</sub> se establecieron como preámbulo a las acciones de investigación posteriores a fin proveerlas de fundamento teórico. Asimismo, se han desarrollado cuatro investigaciones principales que han dado lugar a siete publicaciones.

### **1.3. Estructura de la investigación**

La organización de la tesis doctoral se realizó a partir de la secuenciación de los cuatro OG planteados, de forma que el alcance progresivo de los dos primeros fundamentase las actuaciones desarrolladas en los dos últimos. Consecuentemente, podríamos afirmar que se trata de un proceso de investigación lineal en el que cada acción y decisión parte de una anterior (Figura 1). Tan es así que la naturaleza del proceso descrito nos permite establecer tres fases de investigación.

*Primera.* Se presenta en el Capítulo 2, formado por los artículos 1, 2 y 3. Estos estudios, destinados a cubrir el OG<sub>1</sub>, de tipo teórico constituyen la fase de «biblioteca», pues pretenden identificar la influencia de distintos métodos

y recursos didácticos en la AC del alumnado sin existir una interacción directa con este, sino a partir de la revisión de artículos ya publicados.

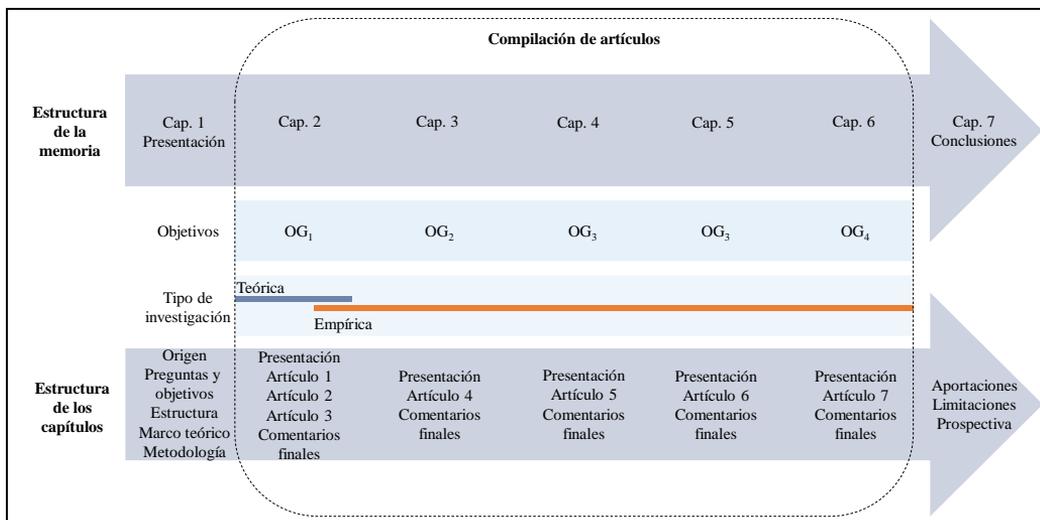


Figura 1. Esquema estructural de la tesis.

*Segunda.* El Capítulo 3, en el que se presenta el cuarto artículo de esta compilación, aborda el OG<sub>2</sub>. Esta fase de la investigación se centra en analizar las percepciones y opiniones del profesorado, entendiendo que son aquellos los que mejor conocen al niño desde la perspectiva académica. Por ende, a pesar de estudiar la AC del alumnado de forma indirecta, la información recabada en esta fase aporta creencias más o menos arraigadas en los docentes sobre las implicaciones educativas del libro de texto y las ilustraciones en la enseñanza de las ciencias.

*Tercera.* Esta última fase parte de los hallazgos encontrados en las dos anteriores. Así, una vez provistos de un conocimiento sólido (producto del análisis de las experiencias de otros investigadores, maestros y profesores), en esta procedemos a interactuar directamente con el alumnado a fin de estudiar algunos de los factores que pudieran incidir en su AC. En este sentido, los Capítulos 4, 5 y 6, en los que se alojan los artículos 5, 6, y 7 respectivamente, componen la fase de «laboratorio».

### 1.4. Fundamentación teórica

Esta sección muestra las bases teóricas que han articulado nuestra comprensión sobre el concepto AC y que han motivado el estudio de los distintos moderadores presentados en esta tesis doctoral. Por tanto, primero definimos el concepto de AC y, después, presentamos los distintos factores que parecen incidir en la AC del alumnado.

### 1.4.1. El concepto «actitud hacia la ciencia»

Conocer, creer, opinar y actuar son acciones que toda persona realiza constantemente a lo largo de su vida, hechos que le permiten posicionarse a favor o en contra de diferentes temáticas y manifestar más o menos interés hacia las mismas. Todo ello conforma la «actitud» o «actitudes» de cada persona, las cuales son variables en el tiempo que, incluso, pueden llegar a modificarse sustancialmente (Schwarz, 2007).

Las acciones anteriores implican la interacción de distintas dimensiones personales (cognitiva, afectiva y procedimental). Ello ha implicado también distintas concepciones sobre el concepto de actitud en las que todas admiten la interrelación de las tres dimensiones (Rodríguez y Seoane, 1989), pero consideran verdaderamente determinante a una de ellas. En este sentido, Richardson (1996) describe la evolución que ha sufrido el concepto de actitud: inicialmente se inclinaba por una consideración conductista; después, dada la influencia de la Psicología Social y Educativa, la definición de actitud se inclinó por la dimensión cognitiva; para finalmente situarla como una condición predominantemente afectiva. Acorde a esta última tendencia, Fishbein y Ajzen (1975) explican el concepto de actitud a partir de la «Teoría de la acción razonada», una de las más aceptadas y referenciadas para argumentar dicho constructo teórico.

La «Teoría de la acción razonada» define actitud como la evaluación favorable y desfavorable que realiza el individuo sobre algo (Fishbein y Ajzen, 1975). Consecuentemente, la actitud es un constructo de naturaleza afectiva, de elevada carga evaluativa y determinado por las creencias (Ajzen y Fishbein, 2005). Así, las creencias que posee un individuo hacia algo derivan en un conjunto de reacciones afectivas (favorables o desfavorables) hacia el mismo, las cuales predisponen a dicho individuo a ejecutar una conducta específica (Ramsden, 1998). En relación a esto, pero aterrizando en la noción de AC, Koballa (1988) puntualiza que la intención de conducta no determina completamente el comportamiento de un individuo.

La Figura 2 presenta las relaciones entre los distintos constructos propuestos por Fishbein y Ajzen (1975) aplicados al ámbito de la DCE. Concretamente, dicha figura utiliza los colores negro y gris para describir el modelo teórico especificado, de forma que los constructos marcados en negro son aquellos que se abordan en esta tesis doctoral. Por tanto, esta investigación atiende a algunos de los factores escolares que influyen en el alumnado (métodos y recursos de enseñanza), así como a la relación entre la dimensión cognitiva (estilos de aprendizaje) y la AC.

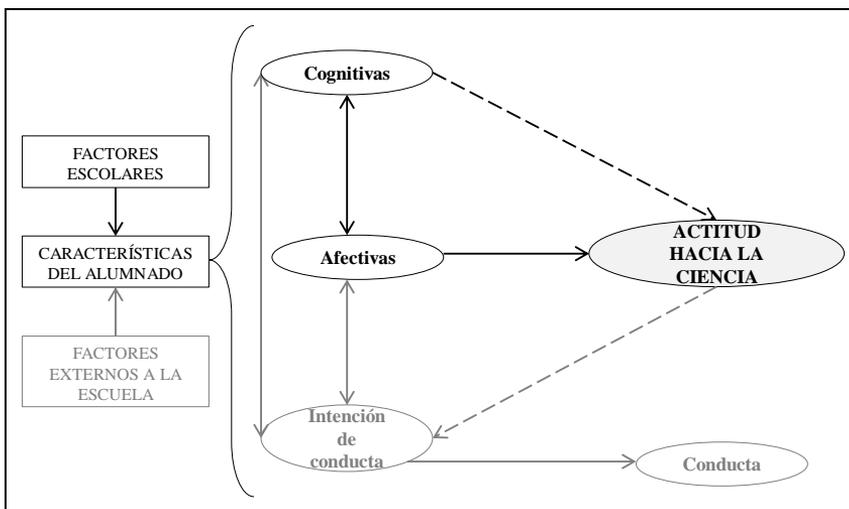


Figura 2. Aplicación de la «Teoría de la acción razonada» al concepto de AC.

Una vez aclarado el marco de referencia que dirige nuestra concepción sobre el concepto «actitud», es preciso describir que entendemos por AC en esta tesis doctoral. En relación a esto, Spall, Dickson y Boyes (2004) apuntan a la obligación de distinguir entre los distintos significados que pueden ser atribuidos al concepto AC. Consecuentemente podemos hablar de actitudes de los alumnos hacia la ciencia en general o hacia disciplinas científicas en particular (biología, química, física y geología); hacia momentos concretos (aprendizaje de la ciencia y enseñanza de la misma); o hacia diferentes contextos relacionados habitualmente con las ciencias (medio ambiente, experimentos científicos, entre otros). Asimismo, cuando nos referimos a la AC del alumnado aludimos al juicio emocional que este realiza sobre la ciencia escolar (Newell, Tharp, Moreno, Zientek y Vogt, 2015). Por ende, entendemos la AC como la disposición, inclinación o tendencia positiva o negativa que el alumnado manifiesta hacia el aprendizaje de las ciencias (Koballa y Glynn, 2007).

Por otro lado, centrar la atención en la actitud de los alumnos hacia la ciencia escolar obedece a las premisas establecidas por la DCE, pues autores como Osborne, Simons y Collins (2003) describen el deterioro que está experimentando el alumnado en su AC. Además, la ciencia escolar es casi con total seguridad el primer acercamiento que el alumno realiza hacia el mundo científico, de forma que la actitud que experimente hacia esta repercutirá directamente en su rendimiento académico, a su forma de pensar y actuar, a su imagen de la ciencia y, como consecuencia de todo esto, a su decisión de cursar o no carreras científicas (Pro y Pérez, 2014).

## **1.4.2. Moderadores de la actitud hacia la ciencia**

Tal y como ya se ha descrito verbal y visualmente, la AC implica a aspectos afectivos, cognitivos y conductuales (intrínsecos al alumno), además de aquellos que provienen del ámbito escolar, familiar y social (extrínsecos al alumno). Este hecho la convierte en un constructo complejo y multifacético (Newell et al., 2015) que obliga a profundizar en el estudio de todos estos factores.

### **1.4.2.1. Factores intrínsecos**

Tradicionalmente los moderadores de la AC más estudiados han sido aquellos referentes a las características del alumno. Más concretamente, el sexo y la edad del alumnado han centrado la atención de mayor número de estudios (Potvin y Hasni, 2014). A partir de ellos se ha generado cierto consenso en torno al factor edad. Sin embargo, respecto al factor sexo, parece que el debate sigue abierto debido a la amplia variabilidad de los hallazgos aportados hasta el momento.

En cuanto a la edad del alumnado, se ha asumido desde la comunidad científica que la promoción de este en las diferentes etapas educativas repercute negativamente en su AC (Ali, Yager, Hacieminoglu y Caliskan, 2013; Barmby, Kind y Jones, 2008; George, 2000; Kelly, 1986; Osborne, et al., 2003; Said, Summers, Abd-El-Khalick y Wang, 2016; Vedder-Weis y Fortus, 2011). Además, según autores como Pell y Jarvis (2001) el momento en el que se agudiza el deterioro de la AC del alumnado es en el primer y segundo curso de Educación Secundaria Obligatoria, coincidiendo con la promoción del alumnado de la etapa primaria a la secundaria.

Contrariamente, la discusión abierta, acerca de considerar determinante el sexo del alumnado en su predisposición por aprender ciencias, está candente en la comunidad científica. Así, algunos estudios encuentran una AC más positiva en los niños que en las niñas (Denessen, Vos, Hasselman y Louws, 2015; De Witt y Archer, 2015; Jenkins y Pell, 2006; Osborne et al., 2003; Pro y Pérez, 2014). Por el contrario, otros no observan diferencias entre ambos sexos (Akpınar, Yildiz, Tatar y Ergin 2009; Toma y Greca 2018). Consecuentemente, algunos autores han optado por dividir el estudio de la AC del alumnado en las distintas disciplinas científicas a fin de clarificar el debate descrito. En este sentido, se ha podido demostrar que el sexo femenino manifiesta actitudes positivas hacia las ciencias de la vida en mayor medida que hacia las ciencias del espacio y de la Tierra (Barnes, McNemey y Marsh, 2005; Gardner, 1975; Murphy y Whitelegg, 2006; Prokop, Prokop y Tunnicliffe, 2007; Stark y Gray, 1999; Warrington y Younger, 2000).

Por otra parte, el rendimiento académico del alumnado en las asignaturas de ciencias se ha relacionado frecuentemente con su AC, de modo que los estudiantes con bajo rendimiento académico muestran un nivel de AC más desfavorable que aquellos que obtienen mejores resultados académicos (Caleon y Subramaniam, 2008). No obstante, parece que la asociación de estas dos variables es bidireccional, dado que Abell y Lederman (2007) colocan a la AC como uno de los factores que determinan el logro de los estudiantes en las asignaturas de ciencias. Al hilo de la relación descrita, diversos autores han intentado desgranar aquellos factores académicos que podrían incidir en la AC del alumnado. Así, los hallazgos encontrados por Chi, Wang, Liu y Zhu (2017) parecen relacionar la AC del alumnado con la dificultad percibida por este durante el proceso de enseñanza-aprendizaje (E-A) de las ciencias y su nivel de competencia científica. Desde otra perspectiva, Altun y Cakan (2006) y Kususanto, Fui y Lan (2012) abogan por estudiar la moderación que ejercen las distintas estrategias de E-A sobre la AC del alumnado.

*Estilos de aprendizaje (EA)*. Este cambio de miras (de factores intrínsecos al alumnado a aquellos extrínsecos al mismo) podría resultar precipitado si analizamos los vínculos descritos entre AC, dificultad percibida y estrategia de E-A. En este sentido, deberíamos atender al modo en el que el alumno se enfrenta a la tarea de aprender (EA según la definición de Moya, Hernández, Hernández y Cózar, 2011), pues ello determinará sus dificultades, además del éxito de la estrategia de E-A utilizada (Alonso, Gallego y Honey, 1994). Tan es así que los EA del alumnado podrían posicionarse como una variable «bisagra» entre su AC y aquellos factores que circunscriben al proceso de E-A, además de incidir en otras características del alumnado (Figura 3).

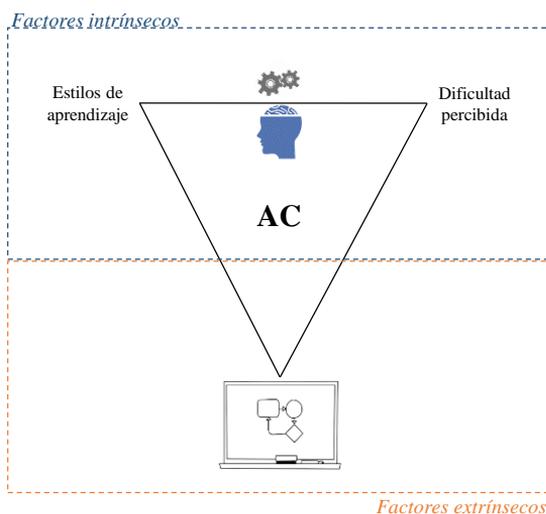


Figura 3. Motivación para estudiar la relación entre AC y estilos de aprendizaje.

### 1.4.2.2. Factores extrínsecos

El estudio de los moderadores contextuales de la AC, además de ser relativamente más reciente, ocupa un menor volumen de trabajos que aquel destinado al análisis de aquellos factores propios del alumnado. No obstante, existen estudios de gran envergadura que han intentado describir la relación entre algunas variables contextuales (sociales, familiares y escolares) con la AC. Asimismo, en relación a las variables sociales, Sjøberg y Schreiner (2010) identificaron que aquellos alumnos residentes en países en vías de desarrollo manifestaban AC positivas en mayor medida que aquellos residentes en países desarrollados.

Respecto a las variables familiares, se ha podido comprobar que la ocupación de los padres y su AC podrían determinar ciertos patrones de afinidad hacia las ciencias en sus hijos (Chi et al., 2017). Consiguientemente, desde el ámbito escolar, se opta por analizar la influencia de los distintos recursos didácticos y métodos de E-A. En relación a ello, Tolstrup, Møller y Ulriksen (2014) apuntan la especial atención que deberían concitar, desde el sector educativo, las estrategias de E-A empleadas en las aulas de ciencias, dada su potencialidad para promover AC positivas entre el alumnado. Concretamente, parece que aquellas estrategias de carácter tradicional, que suelen implicar un rol pasivo en el alumnado, inciden negativamente en la AC de este, mientras que las estrategias alternativas suelen causar un efecto positivo (Johnson y Brooker, 1985; Osborne et al., 2003).

A continuación se muestran algunos referentes teóricos que permiten justificar el estudio de los moderadores escolares abordados en esta memoria. Asimismo, dado el programa de doctorado en el cual se enmarca esta tesis doctoral, creemos oportuno centrar nuestra investigación en el análisis de la incidencia de distintas variables escolares en la AC del alumnado.

*El libro de texto.* Atender al uso del libro de texto que realiza el profesorado en las clases de ciencias resulta imprescindible, pues se trata de uno de los recursos más utilizados en la enseñanza de las ciencias (Perales y Vílchez-González, 2012). Así, este recurso didáctico se encarga, por un lado, de difundir aquellos contenidos que la sociedad considera importantes y, por otro, de transmitir creencias y actitudes al alumnado sobre las distintas temáticas que lo conforman (Choppin, 1993). Por tanto, siguiendo a Lemke (2006), deberíamos analizar este recurso educativo bajo los objetivos principales de la educación científica: (1) comprender y dar valor al mundo natural; y (2) promover curiosidad y disfrute hacia el estudio del mismo. Respecto a la consecución de estos, los cuales implican tanto a los contenidos que componen a los libros como a las emociones, sentimientos y

actitudes que promueven en el alumnado, López (2015) apunta a que no todos los libros de texto consiguen tales propósitos.

*Las ilustraciones.* Por otra parte, aunque muy ligadas a los libros de texto (Lee, 2010), las ilustraciones se presentan como herramienta capaz de contribuir en la promoción de la curiosidad y la reflexión entre el alumnado (López, 2015). Ello podría responder a que las ilustraciones, según Eilam y Gilbert (2014), se constituyen como un recurso eficaz para aligerar la complejidad de los contenidos científicos. Esto se produce gracias a: (1) la construcción de modelos mentales más asequibles para el alumnado (Llorente, 2000); (2) la dirección de la atención hacia aquellos aspectos más llamativos e importantes del contenido (Liu, Won y Treagust, 2014); y, como consecuencia de los anteriores, (3) la mejora de la comprensión y el recuerdo de los contenidos (Carney y Levin, 2002).

*La metodología participativa*<sup>2</sup>. Este método de enseñanza se postula como un modo que entiende el proceso de E-A desde la participación activa y total del alumno. En relación a esto, López-Noguero (2005) manifiesta que en la metodología de enseñanza participativa la contribución del alumno debería extenderse desde la identificación de sus conocimientos previos hasta la evaluación de su aprendizaje. Tan es así que la concepción descrita invita a asumir que el alumnado debería abandonar el rol de consumidor y adoptar el de coproductor de contenido y conocimiento (McLoughlin y Lee, 2007). Asimismo, es reseñable que cuando se brinda la oportunidad al alumnado de sentirse «dueños» de una idea, los niveles de motivación y permanencia del aprendizaje se incrementan (Druin, 2014).

Las características de la metodología participativa (Tabla 1), obtenidas a partir del análisis de diferentes experiencias desarrolladas bajo este enfoque de enseñanza en asignaturas de ciencias, la sitúan como una estrategia de E-A alternativa al enfoque de enseñanza tradicional. Por tanto, recuperando las sugerencias de Johnson y Brooker (1985) y Osborne et al. (2003), al tratarse de un método que promueve un rol activo entre el alumnado podría promocionar una AC positiva en el mismo.

Tabla 1. Características clave del método participativo. Fuente: Aguilera y Perales (2018).

Referentes a	Características
Rol profesorado	- Actúa como guía en el proceso de E-A, de forma que cumple funciones como: sugerir pautas de acción, aconsejar y resolver dudas. - Su trabajo es empático, debe augurar y analizar posibles ideas previas, intereses y experiencias del alumnado que pudieran incidir en el transcurrir del proceso de E-A.

<sup>2</sup> La fundamentación teórica expuesta en los epígrafes referentes al método de enseñanza participativo se ha adaptado de Aguilera y Perales (2018).

Tabla 1. Continuación.

<b>Referentes a</b>	<b>Características</b>
Rol alumnado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rol activo, consecuentemente el alumno: pregunta, opina, propone, decide, actúa, busca soluciones y expresa sus ideas e inquietudes.</li> <li>- Interviene en la planificación, desarrollo y evaluación del proceso de E-A.</li> </ul>
Proceso de E-A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concepción constructivista del aprendizaje.</li> <li>- Parte de los intereses del alumnado.</li> <li>- Estimula el aprendizaje autónomo y significativo.</li> <li>- Se fundamenta en el aprendizaje cooperativo.</li> <li>- Concibe la construcción del aprendizaje como un proceso que se inicia en el individuo (trabajo autónomo) y se culmina gracias a la interacción social (trabajo grupal).</li> <li>- Normalmente, se contextualiza próximo a la vida cotidiana del alumnado.</li> <li>- Propicia el intercambio de conocimiento y experiencias.</li> <li>- Visibiliza la utilidad de lo aprendido.</li> </ul>
Habilidades y capacidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enfatiza en la observación, la reflexión y la indagación.</li> <li>- Favorece el desarrollo de las habilidades interpersonales.</li> <li>- Fomenta la adquisición de habilidades relacionadas con la búsqueda, la evaluación, sistematización y adquisición de información.</li> </ul>

Estas características propician una serie de implicaciones educativas para la enseñanza de las ciencias (Tabla 2), las cuales se pueden clasificar en cuatro categorías: (1) dimensión cognitiva; (2) dimensión afectiva; (3) dimensión procedimental; y (4) naturaleza de la ciencia. Hecho que atiende a aquellos focos en los que suele incidir la metodología participativa según Martínez-Domínguez, Arandía, Alonso-Olea, Castillo-Prieto, Rekalde y Zarandona (2011), coincidiendo a su vez con aquellas dimensiones que participan en el modelo propuesto por Fishbein y Azjen (1975) para explicar las actitudes del alumnado.

Tabla 2. Implicaciones para la enseñanza de las ciencias. Fuente: Aguilera y Perales (2018).

<b>Referentes a</b>	<b>Implicaciones</b>
Dimensión cognitiva del alumnado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora el rendimiento académico en las asignaturas de ciencias.</li> <li>- Promueve el pensamiento crítico.</li> <li>- Facilita la adquisición de los contenidos.</li> </ul>
Dimensión afectiva del alumnado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fomenta la creación de actitudes positivas hacia la ciencia.</li> <li>- Estimula la curiosidad y genera interés hacia el estudio de la ciencia.</li> </ul>
Dimensión procedimental del alumnado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrolla habilidades relacionadas con la indagación (formulación de hipótesis, planificación, observación, reflexión...).</li> <li>- Mejora las relaciones interpersonales.</li> </ul>
Naturaleza de la Ciencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acerca al alumnado a la realidad del trabajo científico: metódico, social y evolutivo.</li> </ul>

En definitiva, este clima de reflexión y colaboración que parece crear la metodología participativa permite que afloren emociones positivas, potencia el sentido crítico del alumnado y contribuye a profundizar en el conocimiento (Nolasco y Modarelli, 2009). Además, a la luz del diálogo y la cooperación, surge un entorno de E-A en el que la construcción colectiva del conocimiento es similar a como ocurre en la comunidad científica (Ford y Forman, 2015).

### 1.5. Metodología de investigación

La primera competencia básica expuesta en el Real Decreto 99/2011, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado, señala que el doctorando deberá adquirir una «comprensión sistemática de un campo de estudio y dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo» (p. 5). Por tanto, esta tesis doctoral se concibió como una oportunidad para explorar y adquirir experiencia en algunos de los métodos y diseños de investigación más representativos del ámbito de las Ciencias de la Educación. Así, la Figura 4 muestra la relación de métodos y diseños utilizados en cada uno de los objetivos generales, acotándolos en el lapso temporal que ha ocupado la investigación.

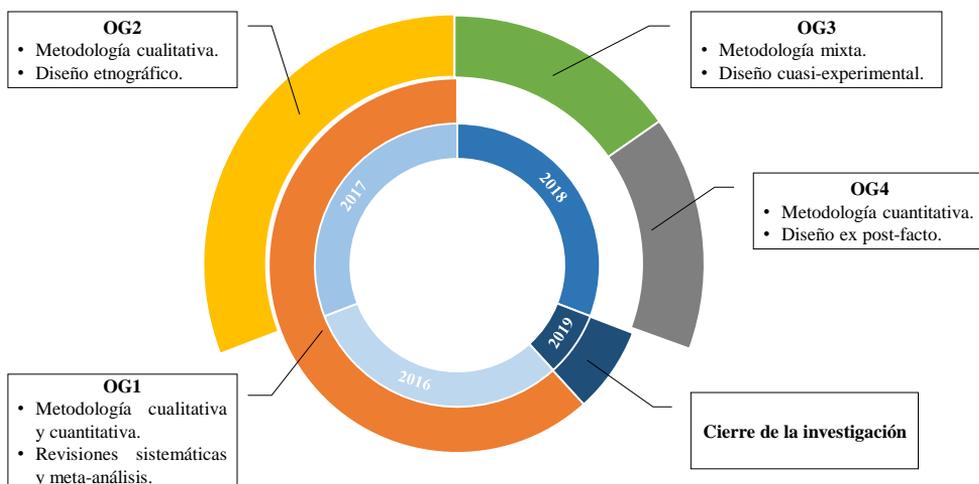


Figura 4. Diagrama tempo-metodológico.

Los fundamentos metodológicos, así como aquella información referente a participantes y procedimientos seguidos para la consecución de los objetivos descritos se presentan en los capítulos sucesivos. Asimismo, los instrumentos utilizados en las distintas fases de investigación se describen en cada uno de los siete artículos compilados en esta tesis doctoral. Además, se puede consultar en el apartado de Anexos la información detallada sobre aquellos instrumentos generados expresamente para esta investigación.

# Capítulo 2

PARA AVANZAR HAY QUE MIRAR ATRÁS



Qué se va a tratar...

- 2.1. Presentación
- 2.2. Artículo 1
- 2.3. Artículo 2
- 2.4. Artículo 3
- 2.5. Comentarios finales

## 2.1. Presentación

Este capítulo constituye el punto de partida del trabajo, centrándose en la consecución del OG<sub>1</sub>. Por tanto, se revisa la literatura referente a métodos y recursos didácticos enmarcados en la DCE, además de atender a sus implicaciones en la AC del alumnado. A fin de reducir el espectro de búsqueda, realizamos una revisión exploratoria con la intención de determinar el método y el recurso de mayor tradición en DCE (Tabla 3 y Figura 5).

Tabla 3. Registro de la exploración bibliográfica realizada (actualizada en diciembre 2018).<sup>3</sup>

Método/Recurso	Inicio*	Descriptor	Publicaciones
E-A basado en contexto	1998	Context* based learning/teaching	79
E-A basado en modelos	2000	Model* based learning/teaching	80
E-A basado en indagación	1995	Inquiry based learning/teaching	886
Ilustraciones	1975	Illustration*; drawing; diagram*	369
Realidad virtual	2000	Virtual reality	35
Robótica	2004	Robot*	44
Salida de campo	1940	Field trip; school excursion; school journey; instructional trip	538
Libro de texto	1992	Textbook*	305

\*Año en el que se registra la primera publicación en la base de datos.

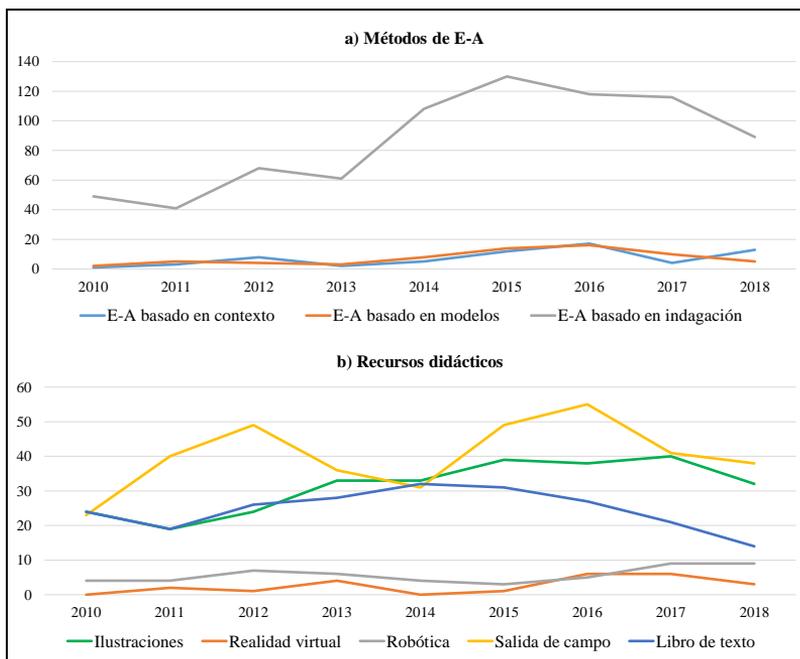


Figura 5. Exploración bibliográfica centrada en los últimos años.

<sup>3</sup> La base de datos utilizada fue Web of Science (Colección principal). Todas las búsquedas se cruzaron con la palabra clave «science education» y se realizaron en la categoría «Education & Educational Research».

A la luz de los resultados mostrados, se acotó la búsqueda a la enseñanza basada en indagación (artículo 1) y la salida de campo (artículo 2) por varias razones:

- Presentan mayor volumen de producción que el resto.
- Demuestran que se han empleado tradicionalmente en la DCE, puesto que registran las publicaciones más antiguas.
- Y, actualmente, continúan siendo líneas de investigación más productivas que el resto de las utilizadas en la comparación.

El artículo 1 presenta una revisión de la producción científica española que aborda la enseñanza basada en indagación desde el año 2007, momento en el que se eleva considerablemente la producción científica referente a esta temática, hasta el 2017. Este trabajo atiende al número de trabajos y de autores, además de a la procedencia de los estudios, a los métodos de investigación seguidos, a las etapas educativas consideradas y a las implicaciones educativas resultantes.

El mismo criterio seguido en el trabajo anterior, propició que en el artículo 2 se revisaran aquellos estudios publicados desde el año 2000 hasta el 2017 referentes al empleo de la salida de campo como recurso para enseñar ciencias. También presenta un análisis similar al artículo 1, además de incidir en la disciplina científica y el contexto en el que se suelen desarrollar las salidas de campo.

Finalmente, el artículo 3 recoge un estudio de revisión meta-analítico. Dicho estudio analiza el efecto que producen distintas intervenciones didácticas sobre la AC del alumnado, conforme a los moderadores etapa educativa, duración de la intervención y estrategia de enseñanza. Además, se analizan los marcos teóricos de los trabajos revisados en aras de determinar la relevancia que otorgan a la AC.

## 2.2. Artículo 1

### La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española

### Inquiry-based Science Education. A systematic review of Spanish production

DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2017-381-388

David Aguilera Morales  
Tobías Martín-Páez  
Victor Valdivia-Rodríguez  
Ángela Ruiz-Delgado  
Leticia Williams-Pinto  
José Miguel Vilchez-González  
Francisco Javier Perales-Palacios

*Universidad de Granada*

#### Resumen

Ante la creciente relevancia otorgada a la enseñanza basada en indagación tanto en el ámbito internacional como nacional, este artículo pretende anuar aquellos trabajos referentes a esta línea de investigación publicados entre 2007-2017 en las revistas españolas del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Se han revisado 1941 artículos, incluyéndose 55 de ellos tras la aplicación de los criterios de selección establecidos, todo ello según las directrices de la Declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Los resultados muestran cuáles son los autores más prolíficos, la evolución de la producción científica, las etapas educativas consideradas, los tipos de estudios, sus diseños y las implicaciones educativas de su aplicación en las aulas. A la luz de estos, podemos concluir que no abundan autores o autoras con una excelsa producción referente a esta temática, pues esta línea de investigación es aún incipiente en España. Además, la atención dedicada a las distintas etapas educativas por la investigación en Didáctica de

*Aguilera, D., Martín-Pérez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vilchez-González, J.M., Perales-Palacios, F.J.*  
LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

las Ciencias Experimentales no es equitativa, siendo las grandes perjudicadas las etapas de Educación Infantil y Primaria. Existen más artículos de naturaleza teórica que empírica, dado que queda patente la falta de estudios experimentales que testen este enfoque de enseñanza. No obstante, las implicaciones educativas derivadas de las publicaciones españolas son similares a las internacionales. Finalmente, hemos de abogar por un incremento de los estudios dirigidos a evaluar los beneficios de la enseñanza basada en indagación en las diferentes etapas educativas, incidiendo en las etapas de Educación Infantil y Primaria.

*Palabras clave:* Enseñanza de las ciencias; enseñanza basada en indagación; implicaciones educativas; revistas españolas; revisión sistemática.

#### **Abstract**

Due to the growing importance given to teaching based on inquiry both at the international and national level, this article aims to further work related to this line of research published between 2007 and 2017 in the Spanish area of Didactic of Experimental Sciences. We reviewed 1941 articles, including 55 criteria for the selection, all according to the guidelines of the PRISMA statement (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). The results show the most prolific authors, the evolution of scientific production, the educational stages considered, the types of studies, the designs and the educational implications of their application in the classrooms. In light of these, we can conclude that there are not many authors with an excellent production regarding this subject, because this research's line is still incipient in Spain. The attention devoted to the different educational stages by research in Didactic of Experimental Sciences is not equitable, with the most affected being the stages of Infantile and Primary Education. There are more articles of a theoretical nature than empirical ones, given the lack of experimental studies that prove this teaching approach is patent. However, the educational implications derived from Spanish publications are similar to the international ones. Finally, we have to advocate for an increase in the number of studies aimed at evaluating the benefits of teaching based on inquiry in the different educational stages, focusing on the stages of Pre-school Education and Primary Education.

*Keywords:* Science education; teaching based on inquiry; educational implications; Spanish journals; systematic review.

## **Introducción**

La indagación como estrategia de enseñanza y aprendizaje de las ciencias está abriéndose paso como una alternativa sugerente ante la necesidad

*Aguilera D., Martín-Páez T., Valdivia-Rodríguez V., Ruiz-Delgado A., Williams-Pinto L., Vilchez-González J.M., Perales-Palacios F. J.*  
 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

de mejorar la actual forma de enseñar ciencias en los centros educativos. Algunos de los objetivos que se persigue con ello serían los siguientes:

- (1) Mejorar la imagen y la actitud hacia la ciencia.
- (2) Contribuir a la alfabetización científica.
- (3) Incentivar las vocaciones científicas.

En ello sin duda ha influido la recomendación de su uso por parte del Informe Rocard (2007), y más recientemente la publicación del informe de la Comisión Europea: «Science Education for Responsible Citizenship» (Hazelkorn, 2015), en el que se abunda en dicha recomendación. Así, se señala que «Education policies and systems should: ... Support schools, teachers, teacher educators and students of all ages to adopt an inquiry approach to science education as part of the core framework of science education for all...» (p. 10).

A pesar de la importancia otorgada en los últimos tiempos a esta línea de investigación, existe un número reducido de trabajos de síntesis sobre esta temática. Concretamente, en la última década, encontramos cuatro estudios de revisión sobre la enseñanza basada en indagación en el panorama internacional (Minner, Levy y Century, 2010; Alfieri, Brooks, Aldrich y Tenenbaum, 2011; Furtak, Seidel, Iverson y Briggs, 2012; Lazonder y Harmsen, 2016), mientras que en el ámbito nacional solo disponemos del trabajo de Romero-Ariza (2017). Aunque las diferencias entre la revisión de Ro-Ariza (2017) y el aquí expuesto son evidentes, dado que la autora realiza una revisión narrativa en la que comenta resultados obtenidos por otros estudios de revisión, en este caso meta-análisis, que versan sobre la temática abordada.

Para ampliar la información al respecto, en este artículo se revisan las investigaciones publicadas entre los años 2007 y 2017 en las revistas españolas específicas de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) a partir de las siguientes preguntas de investigación:

- (1) ¿Quiénes son los autores más prolíficos en esta línea de investigación? ¿Qué grado de colaboración existe?
- (2) ¿Cuántos artículos abordan la enseñanza basada en indagación? ¿Cuál ha sido su evolución en el tiempo? ¿En qué países se han llevado a cabo?
- (3) ¿En qué etapas educativas se está investigando?

Aguilera, D., Martín-Ríez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vilchez-González, J. M., Perales-Palacios, F. J.  
 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

- (4) ¿Qué tipo de estudios se publican sobre esta temática? ¿Qué diseños tienen?
- (5) ¿Qué implicaciones educativas exponen en relación a la enseñanza basada en indagación?

### Indagación y enseñanza de las ciencias

Lo primero que habría que definir en cualquier trabajo sobre indagación es en qué sentido se habla de ella. Como señala Couso (2014), el término «indagación» (inquiry, en inglés) es «sorprendentemente polisémico en la literatura educativa». Así, al hablar de indagación podemos hacer referencia a (Barrow, 2006, citado por Couso, 2014):

- La capacidad de investigar científicamente, si centramos la atención en el desarrollo de esta capacidad cognitiva.
- La naturaleza de la investigación científica, si focalizamos en que el alumnado entienda la metodología científica.
- Las estrategias de enseñanza-aprendizaje que persiguen que el alumnado, además de comprender conceptos científicos, adquiera capacidades «de» y «sobre» la indagación científica.

Las dos primeras acepciones hacen referencia a contenidos a enseñar, de procedimientos científicos en el primer caso y sobre ciencia en el segundo; la tercera, por el contrario, es una forma de llevar a cabo la indagación. Se habla, en este último caso, de enseñanza de las ciencias por / basada en / centrada en indagación (IBSE, por sus siglas en inglés Inquiry-Based Science Education), o de aprendizaje por / basado en indagación (IBL, Inquiry-Based Learning).

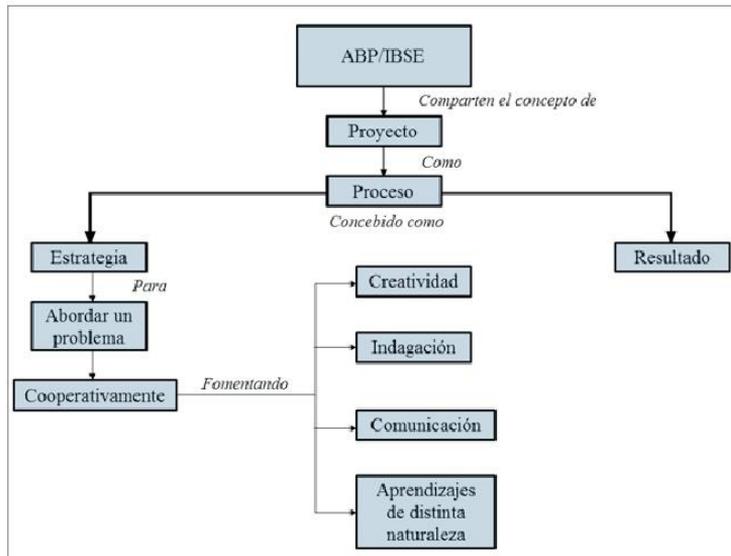
No obstante, se hace precisa previamente una clarificación conceptual para delimitar esta estrategia y diferenciarla de otras procedentes de diversos ámbitos de las ciencias sociales y de la salud, con algunos elementos comunes, tales como la enseñanza por proyectos o el aprendizaje basado en problemas (ABP, en ambos casos). En la figura I hemos tratado de facilitar tal distinción, exponiéndose a continuación algunas *definiciones* sobre indagación<sup>1</sup>:

<sup>(1)</sup> Los siguientes párrafos están adaptados de Martínez-Aznar (2017).

*Aguilera D., Martín-Páez T., Valdivia-Rodríguez V., Ruiz-Delgado A., Williams-Pinto L., Vilchez-González J.M., Perales-Palacios F. J. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA*

- «Es el proceso intencional de identificación y análisis de problemas, la distinción de alternativas y la evaluación de experiencias para resolverlos, la planificación de investigaciones, la construcción de modelos, la investigación sobre hipótesis, la búsqueda de información, el debate entre compañeros y la construcción de argumentos coherentes» (Linn, Davis y Bell, 2004, p. 4).
- «Comprender las distintas formas en que los científicos realizan su trabajo, valorar la potencialidad de las observaciones, habilidad para formular preguntas investigables y emitir hipótesis, utilizar distintos tipos de datos para buscar patrones y confirmar o rechazar las predicciones, construir y defender modelos y argumentos, juzgar explicaciones alternativas y lograr una mejor comprensión del carácter provisional y evolutivo de la ciencia, y su origen en la actividad humana, el contexto y la cultura en que se desarrolla y utiliza» (Crawford, 2007, p. 614).

FIGURA I. Mapa conceptual. Fuente: adaptado de Perales y Ayerbe (2016).



Aguilera, D., Martín-Ríez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vilchez-González, J. M., Perales-Palacios, F. J.  
LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

La IBSE, en la que centramos nuestra atención a partir de ahora, se suele proponer como alternativa a la enseñanza tradicional. Sus características principales son (Couso, 2014):

- Se organizan en entornos de investigación, normalmente de tipo práctico.
- El alumnado adquiere un papel más activo que en entornos tradicionales, y el profesorado, más pasivo (actúa de guía).
- Se da mucha importancia a la actitud y a la motivación.
- Los alumnos, que en general trabajan en grupo, se plantean preguntas y obtienen datos (o usan datos disponibles).
- El alumnado goza de mucha autonomía y capacidad de decisión.
- Se diseñan en etapas que simulan la metodología científica.

En función del grado de autonomía del alumnado, Windschitl (2003) diferencia desde las propuestas centradas en la *confirmación de experiencias* previamente discutidas en el aula hasta aquellas que se plantean como *indagación abierta* (el alumnado decide sobre qué investigar y cómo hacerlo), pasando por estrategias de *indagación estructurada* (el profesor proporciona tanto la pregunta como el procedimiento para resolverla) y de *indagación guiada* (el docente proporciona la pregunta y los alumnos deciden cómo resolverla), incidiendo cada una de ellas en mayor o menor medida en distintas destrezas científicas del alumnado (Tabla I).

En el ámbito español podemos encontrar precedentes de esta línea investigación, concretamente en los trabajos de D. Gil y colaboradores, así como de la red IRES (Investigación y Renovación Escolar). En el primer caso, centrado específicamente en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, Gil (1990, 1993) apuesta por el modelo de resolución de problemas por investigación, estableciendo una analogía entre la investigación científica y la resolución de problemas, donde el investigador novel (estudiante) trabaja bajo la dirección y supervisión del investigador principal (profesor), utilizando al efecto problemas abiertos (preferentemente cualitativos). En el segundo caso, la propuesta tiene un enfoque más transversal, considerando la investigación como un principio didáctico integrador (Cañal, 1987) que debiera impulsar en el aprendizaje el espíritu científico y las habilidades propias de la metodología científica; ello debería impregnar los elementos más característicos del currículo escolar como los objetivos, contenidos, relaciones de comunicación, etc.

*Aguilera D., Martín-Páez T., Valdivia-Rodríguez V., Ruiz-Delgado A., Williams-Pinto L., Vilchez-González J.M., Perales-Palacios F. J.*  
 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

**TABLA I.** Modelos de indagación y destrezas desempeñadas por el alumnado. Fuente: Bevins y Price (2016).

Modelos de indagación	Destrezas de indagación agrupadas en dimensiones				
	1. Plantear preguntas científicamente	2. Basarse en pruebas	3. Explicar a partir de pruebas	4. Explicar a partir de conocimientos	5. Comunicar y justificar
<b>3. Abierta</b>	Formulan sus preguntas	Determinan aquello que constituye una prueba y lo recaban	Formulan explicaciones después de agrupar sus pruebas	Examinan otros recursos para formular explicaciones sobre su trabajo	Buscan cómo formular argumentos lógicos para comunicar sus explicaciones
<b>2. Guiada</b>	Seleccionan preguntas y plantean otras nuevas	Se les orienta para que recaben ciertos datos	Se les guía en el proceso de formular explicaciones a partir de pruebas	Se les dirige hacia áreas y fuentes de conocimiento científico	Se les orienta hacia estrategias para desarrollar la comunicación
<b>1. Estructurada</b>	Clarifican o concretan las preguntas que se les asignan	Reciben datos y se les pide su análisis	Se les proporcionan ejemplos de cómo usar las pruebas para formular explicaciones	Se proporcionan posibles conexiones con el conocimiento científico	Se les proporcionan directrices a usar para enfocar la comunicación
<b>0. Confirmación / actividades de verificación</b>	Dan respuesta a las preguntas proporcionadas por otros	Reciben datos y se les explica cómo analizarlos	Reciben explicaciones sobre sus resultados	Se les indica la conexión precisa entre los conocimientos	Reciben pasos y procedimientos específicos para la comunicación

### Indagación en el aula

En relación con su implementación en el aula, las fases de una propuesta IBSE son, en consonancia con la investigación científica, las siguientes (Martínez-Chico, 2013):

- (1) Identificar problemas o cuestiones de carácter científico (cuyas respuestas se puedan confirmar o rechazar usando pruebas).
- (2) Emitir hipótesis como posibles respuestas al problema o cuestión (explicaciones justificadas).
- (3) Buscar pruebas que confirmen o refuten la hipótesis (mediante experimentos o búsqueda de información).

*Aguilera D. Martín-Pérez T. Valdivia-Rodríguez V. Ruiz-DeIgado A. Williams-Pinto L. Vilchez-González J.M. Perales-Palacios F.J.*  
LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

- (4) Analizar e interpretar resultados.
- (5) Extraer conclusiones y comunicarlas.

Aunque la IBSE admite diversas interpretaciones (Romero-Ariza, 2017) que dependen de la propia concepción de indagación y de las experiencias docentes previas (Windschitl, 2003), hecho este que dificulta la investigación e incluso la discusión sobre indagación (Yeomans, 2011), todas coinciden en dos aspectos (Couso, 2014):

- Hay que llevar al aula la autenticidad de la metodología científica.
- Hay que involucrar y motivar a los alumnos.

Todo ello dibuja un escenario en el que las cuestiones a tener en cuenta y a ejecutar son complejas y, por tanto, difíciles de abordar, postulándose esta situación como una de las razones por las que las estrategias basadas en indagación no gozan aún de mucha presencia en las aulas de ciencias esgrimiéndose otras como: la falta de preparación del profesorado (Forbes y David, 2010; Lucero, Valcke y Schelles, 2013), la escasez de recursos, limitación temporal, currículo extenso y presión de los padres (Anderson, 1996) o la propia concepción de indagación y el modo de implementarla en el aula (Cuevas, Lee, Hart y Deakort, 2005; McDonald y Butler Soger, 2008).

A ello habría que añadir que los maestros en ejercicio y en formación disponen, en general, de un conocimiento científico fragmentado, superficial y poco sólido (Murphy et al., 2007), además de un cierto rechazo hacia las ciencias y bajos niveles de confianza (Vázquez y Manassero, 2008). Así, en particular, algunas limitaciones detectadas en maestros en formación para la implementación de actividades de indagación se relacionan con la elección de la pregunta a investigar, el diseño y la ejecución de la investigación (Lucero et al., 2013; Crujeiras y Puig, 2014).

Una vez establecido lo que en este trabajo se entiende por indagación (IBSE), sus características principales y algunos de los principales inconvenientes para que estas estrategias alcancen las aulas, quedaría por estudiar si las que se han implementado han alcanzado el impacto deseado. Aunque hay autores que consideran que la indagación es el mejor método para enseñar y aprender ciencias (Bevins y Price, 2016), o que «las estrategias de enseñanza que comprometen al estudiante activamente en el proceso de aprendizaje a través de investigaciones

*Aguilera D., Martín-Páez T., Valdivia-Rodríguez V., Ruiz-Delgado A., Williams-Pinto L., Vilchez-González J.M., Perales-Palacios F. J.*  
 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

científicas, incrementan la comprensión conceptual más que las estrategias que se basan en técnicas pasivas» (Minner, Levy y Century, 2010, p. 493), también los hay que ponen de manifiesto que no es así (Cobern et al., 2010). De hecho, existen trabajos que correlacionan negativamente las metodologías de indagación en el aula y el rendimiento académico en las pruebas PISA (Areepattamannil, 2012; McConney, Oliver, Woods-McConney, Schibeci y Maor, 2014, citados por Romero-Ariza, 2017).

A este respecto, cabe destacar que, como se ha descrito, son pocos los casos a analizar. No obstante, sí se pueden comentar algunos resultados. En un trabajo reciente en el que se analizan meta-análisis que miden el tamaño del efecto de esta metodología en comparación con otras más tradicionales, se pone de manifiesto que (Romero-Ariza, 2017):

- «[...] la cantidad de actividades enfocadas a promover la capacidad de pensar, razonar y elaborar argumentos basados en evidencias, es un predictor positivo de la comprensión de las ideas científicas por parte del alumnado sometido a aprendizaje por indagación (p. 291).
- [...] la indagación no guiada no facilita el aprendizaje mientras que cuando el proceso está debidamente asistido por el profesor sí se obtienen beneficios importantes (p. 292).
- [...] un tamaño del efecto moderado sobre el aprendizaje de conceptos y un mayor impacto sobre el desarrollo de destrezas de indagación [...] (p. 292).
- [...] el tamaño del efecto de la indagación depende de la clase de actividades de indagación que se han llevado a cabo en el aula, del nivel de guía o apoyo ofrecido por el docente y del tipo de resultado de aprendizaje medido (p. 292). »

Para arrojar luz a este asunto, en este artículo se realiza una revisión sistemática de los artículos publicados durante la última década en revistas españolas de DCE, siguiendo la metodología que se describe a continuación.

## Método

La revisión sistemática presentada en este trabajo ha sido realizada de acuerdo a:

Aguilera, D., Martín-Pérez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vilchez-González, J.M., Perales-Palacios, F.J.  
 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

- (1) La definición aportada por Higgins y Green (2008), en la que aquella se concibe como la revisión de una o varias preguntas claramente formuladas, usando unos métodos sistemáticos y explícitos para identificar y seleccionar las investigaciones referentes a ésta, y analizar los datos de aquellos estudios incluidos en la revisión.
- (2) La Declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), cuya finalidad es evaluar la calidad de revisiones sistemáticas y meta-análisis (Sotos-Prieto, Prieto, Manera, Baladía, Martínez-Rodríguez, Basulto, 2014).

La búsqueda se inició a principios de octubre de 2017, realizándose en las principales revistas españolas específicas del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales: *Enseñanza de las Ciencias* (EC, en adelante), *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* (REEDC), *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* (REEC), *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* (DCES) y *Alambique*. Se revisaron los números publicados entre 2007 y 2017 (ambos inclusive), exceptuando los números extraordinarios de EC publicados en 2009 y 2013 por tratarse de las comunicaciones presentadas en los VIII y IX Congresos Internacionales sobre Investigación en DCE, respectivamente.

### Procedimiento de selección de artículos

La selección de los artículos fue realizada de forma independiente por cinco de los autores de este estudio, llevándose a cabo a través de las lecturas del título, resumen y palabras clave de cada trabajo. Se incluyeron estudios cualitativos y cuantitativos, además de experiencias y propuestas didácticas siempre que abordasen como uno de sus tópicos la enseñanza basada en indagación (o, en su defecto, enseñanza basada en investigación). En este sentido, los criterios de inclusión utilizados fueron:

- (1) Artículos publicados en revistas españolas especializadas en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- (2) Artículos publicados entre 2007 y 2017, ambos inclusive.
- (3) Trabajos que aludan, bien en su título, resumen o palabras clave a la enseñanza basada en indagación.
- (4) Estudios que emiten implicaciones educativas referentes a la IBSE.

*Aguilera D., Martín-Páez T., Valdivia-Rodríguez V., Ruiz-Delgado A., Williams-Pinto L., Vilchez-González J.M., Perales-Palacios F. J.*  
LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

El proceso de selección de los trabajos, se realizó en dos fases. Primera, cada uno de los cinco autores encargados de dicha tarea revisó independientemente la revista que le fue adjudicada, detallando el número de artículos publicados por año y el de seleccionados de cada revista. Después, dos de los autores dedicados a esta labor, volvieron a revisar las cinco revistas, esta vez de forma conjunta, obteniendo un consenso del 91%. Los desacuerdos obtenidos en la segunda fase fueron resueltos consensuadamente por ambos investigadores.

### **Procedimiento de extracción de datos**

Para el análisis y la extracción de datos de los artículos se ha seguido el mismo procedimiento detallado en el apartado anterior. Así, los trabajos seleccionados se repartieron entre los mismos cinco autores encargados de la selección, realizando estos el proceso de forma independiente. Una vez finalizada la extracción de los datos en base a los siguientes ítems: (a) autor/es y año, (b) etapa educativa, (c) tipo de estudio, (d) diseño metodológico y (e) implicaciones educativas, estos fueron revisados de forma conjunta por los mismos dos autores encargados de la selección final, obteniendo un consenso del 84% respecto a la extracción inicial de datos. Los desacuerdos se resolvieron de forma consensuada por ambos investigadores.

### **Resultados y Discusión**

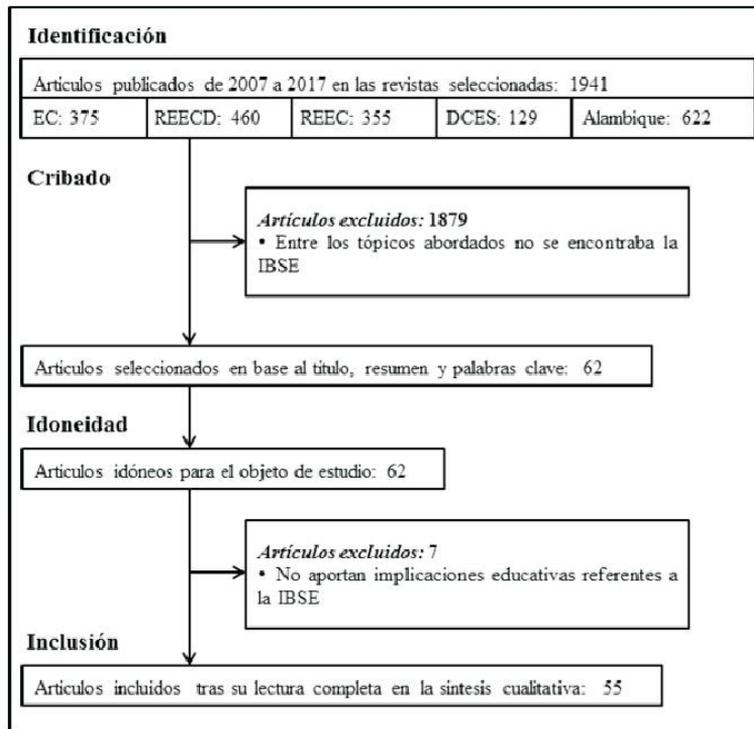
Siguiendo las recomendaciones de la declaración PRISMA se ha elaborado el diagrama de flujo de la Figura II, en el que se muestra el proceso de selección e inclusión seguido en este estudio, según las acciones de identificación, cribado, idoneidad e inclusión.

Se revisaron 1941 artículos publicados entre los años 2007 y 2017 en las revistas españolas específicas de DCE. Tras la lectura del título, resumen y palabras clave de cada trabajo y la aplicación de los tres primeros criterios de inclusión fueron seleccionados 62 artículos, habiéndose excluido un total de 1879 que no abordaban (al menos explícitamente en las partes analizadas) la IBSE. El final de proceso de selección se realizó a través de la lectura completa de los 62 artículos

*Aguilera, D., Martín-Ríez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vilchez-González, J.M., Perales-Palacios, F.J.*  
 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

preseleccionados, de los cuales se excluyeron 7 por no cumplir con el cuarto criterio de inclusión, quedando finalmente una muestra de 55 trabajos lo que representa apenas un 3% de los trabajos revisados. Hecho esto, se procede a dar respuesta a los interrogantes de investigación.

FIGURA II. Diagrama de flujo de acuerdo a la declaración PRISMA.



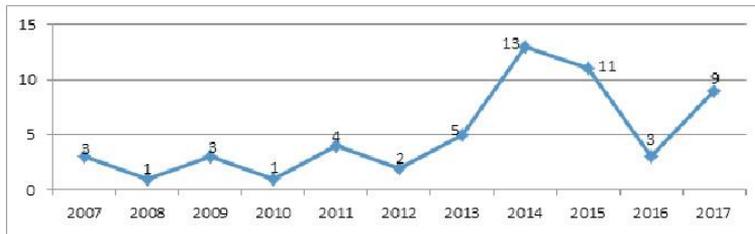
### Evolución de la producción de artículos sobre IBSE en España

¿Cuánto se investiga sobre IBSE? Si comparamos el número de artículos obtenido con el de otros trabajos similares, tales como los 138 trabajos

*Aguilera D., Martín-Pérez T., Valdivia-Rodríguez V., Ruiz-Delgado A., Williams-Pinto L., Vilchez-González J.M., Perales-Palacios F. J.*  
 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

incluidos en la revisión de Minner et al. (2010) o los 164 seleccionados por Alfieri et al. (2011), podemos afirmar que la producción de trabajos publicados en revistas nacionales referentes a la IBSE resulta inferior a la internacional, puesto que ésta abarca un ámbito geográfico mucho más extenso al incluir solo artículos escritos en inglés y, normalmente, de países y revistas foráneas. La distribución de dicha producción se presenta en el Gráfico I.

**GRÁFICO I.** Evolución de la producción de artículos en España sobre IBSE.



Según puede observarse en el Gráfico I, la fluctuación de artículos referidos a la IBSE publicados en España es evidente. No obstante, se percibe cierto aumento en la producción, que queda refrendado por el hecho de que en los últimos cinco años se publica el 75% (N = 41) de los artículos seleccionados. Esto podría responder a las recomendaciones sobre el empleo de la IBSE emitidas tanto a nivel internacional (Ofsted, 2011; NRC, 2012) como nacional (Couso, Jiménez, López-Ruiz, Mans, Rodríguez, Rodríguez y Sanmartí, 2011).

Del total de trabajos seleccionados, el 84% han sido desarrollados en España, mientras que el 16% restante proviene de países de América Central y del Sur. Así, los autores de los nueve trabajos publicados en España pero realizados fuera de ella pertenecen a instituciones educativas de México (1), Brasil (5), Colombia (1), Argentina (1) y Bolivia (1). En este sentido, es importante señalar que no se ha encontrado ningún trabajo en el que colaboren instituciones educativas de diferentes países.

*Aguilera, D., Martín-Pérez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vilchez-González, J. M., Perales-Palacios, F. J.*  
 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

## Quién, en qué etapa educativa y cómo se investiga sobre IBSE

¿Quién investiga sobre IBSE? Se han identificado 82 autores entre los 55 artículos seleccionados, lo que representa un índice de colaboración de 1.49. A este hecho contribuye el número de estudios de un único autor, significando este el 33% (N = 18) de los artículos incluidos, resultado inferior al promedio obtenido para las Ciencias Sociales en España (2 autores por trabajo) y al establecido en la Didáctica de las Ciencias (1.81) (Anta y Pérez, 2007). Profundizando en el análisis sobre quién investiga en IBSE, se presentan las Tablas II y III.

**TABLA II.** Relación de autores y número de trabajos publicados sobre IBSE.

Clasificación	Nº de autores	Porcentaje
Autores con 1 trabajo	58	71%
Autores con 2 trabajos	15	18%
Autores con 3 trabajos	4	5%
Autores con 4 trabajos	4	5%
Autores con 5 o más trabajos	1	1%
Total	82	100%

Tal y como se observa en la Tabla II, el 71% de los autores tienen únicamente un trabajo, mientras que tan sólo el 11 % ostentan tres o más autorías. En este sentido, podríamos afirmar que no abundan grandes productores en esta línea de investigación (siempre basándonos en las publicaciones de las revistas españolas específicas de DCE) dado que el más productivo, J. Domènech Casal, ha publicado un total de 8 artículos en el lapso de tiempo estudiado. Además, el número de autores que han participado en la elaboración de 3 o más trabajos asciende a 9 (Tabla III). Esta situación, unida al escaso número de artículos sobre IBSE producidos en España, ya que tan sólo el 3% de los artículos publicados en las revistas analizadas entre 2007 y 2017 va dirigido a esta línea de investigación, podría apuntar a que la investigación educativa española sobre IBSE aún se encuentra en un estado incipiente.

*Aguilera D., Martín-Páez T., Valdivia-Rodríguez V., Ruiz-Delgado A., Williams-Pinto L., Vilchez-González J.M., Perales-Palacios F. J.*  
 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

**TABLA III.** Autores con mayor producción en España sobre IBSE

<b>Autor/a</b>	<b>Nº de artículos</b>
J. Doménech Casal	8
M. Martínez Chico R. López-Gay Lucio-Villegas M. R. Jiménez Liso B. Crujeiras Pérez	4
A. García Carmona C. Ferrás Gurt M. Romero Ariza I. M. Greca	3

¿En qué etapa educativa y cómo se investiga sobre IBSE? Las respuestas a esta cuestión las encontramos en la Tabla IV. En cuanto a la etapa educativa en la que se investiga, se han identificado trabajos desarrollados en: Educación Primaria, Educación Secundaria, Universidad y egresados (en referencia a la formación continua de los profesionales). No obstante, la atención prestada a cada etapa educativa está lejos de ser equitativa, pues la Educación Secundaria abarca casi el 50% de los estudios incluidos en la revisión, repartiéndose el resto entre las de Educación Primaria (12%), Universidad (29%) y egresados (4%). También se encuentran trabajos que no especifican la etapa educativa en la que se desarrolló el estudio o, en su caso, a la que va dirigida en el caso de las propuestas didácticas (2%), y otros en los que no procede hablar de etapa educativa por ser estudios de revisión de la literatura (7%). En consonancia, podemos hacer referencia a las conclusiones extraídas por Pro y Rodríguez (2010), dado que una vez más la investigación en DCE vuelve a centrarse en la etapa de Educación Secundaria, existiendo un número marginal o inapreciable de estudios en las etapas de Educación Infantil y Primaria, lo cual podría fundamentarse en la trayectoria profesional de los autores y autoras de los estudios seleccionados, pues muchos de ellos han ejercido o ejercen como profesores de Secundaria. Este hecho resulta contrario a las recomendaciones que nos llegan desde otras líneas de investigación, en las que se atribuyen múltiples beneficios al comenzar la educación científica en los primeros años de escolarización (Eshach y Fried, 2005).

De los resultados obtenidos puede afirmarse que la presencia de la metodología IBSE resulta casi inexistente en las aulas de ciencias en España

*Aguilera, D., Martín-Ríez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vilchez-González, J.M., Perales-Palacios, F.J.*  
 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

(Cortés et al., 2012). Seguramente, este hecho se deba principalmente a que los maestros tienen inseguridades sobre cómo implementar en el aula los procesos y métodos que utilizan habitualmente los científicos y/o mantienen, en muchas ocasiones, concepciones inapropiadas sobre lo que es la IBSE, tal como identificar la indagación como desviarse de la planificación curricular (Keys y Kennedy, 1999).

**TABLA IV.** En qué etapas educativas y cómo se investiga sobre IBSE

Ítem	Variabes	N	Porcentaje
Etapas educativas	Educación Primaria	7	12%
	Educación Secundaria	26	46%
	Universidad	16	29%
	Egresados (formación continua)	2	4%
	No específica	1	2%
	No procede	4	7%
Tipo de estudio	Trabajo empírico	23	42%
	Trabajo teórico	32	58%
Diseño	Experimental	6	11%
	Ex post-facto	3	5%
	Estudio de caso	12	21%
	Etnográfico	1	2%
	Investigación-acción	2	4%
	Revisión de la literatura	4	7%
	Experiencia didáctica	23	41%
Propuesta didáctica	5	9%	

Respecto al cómo se investiga sobre IBSE, nos hemos centrado en dos dimensiones: el tipo de estudio y el diseño del mismo. En cuanto al tipo de estudio, se observa que casi el 60% (N = 32) son trabajos teóricos en los que se describen experiencias o propuestas didácticas, o se presenta un aporte teórico a través de revisiones narrativas de la literatura. Consecuentemente, el número de estudios empíricos seleccionados supera escasamente la veintena. Respecto al diseño, el más repetido se corresponde con el de la descripción de una experiencia didáctica (N

*Aguilera D., Martín-Páez T., Valdivia-Rodríguez V., Ruiz-Delgado A., Williams-Pinto L., Vilchez-González J.M., Perales-Palacios F. J.*  
LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

= 23), mientras que el diseño empírico más utilizado es el estudio de caso (N = 12). Además, el número de estudios con diseño experimental es muy reducido; su presencia apenas supera el 10% de los artículos seleccionados.

A la luz de estos resultados, hemos de prestar atención a la escasez de estudios empíricos referidos a la metodología IBSE y publicados en las revistas españolas de DCE, dado que incide significativamente en la naturaleza de los resultados e implicaciones educativas obtenidas, mayormente resultantes de intuiciones, sensaciones u opiniones carentes del rigor y la sistematicidad necesarios para una posible réplica y generalización de los mismos. En este sentido, conviene apuntar que sería necesario implementar la metodología IBSE en las aulas, pero otorgándoles rigor metodológico, sistematicidad y reflexión, para de ese modo incrementar el número de estudios empíricos en esta línea de investigación. Esto podría hacerse bien a través de un diseño experimental basado en la evidencia y que nos permita cuantificar efectos (Bisquerra, 2014), o bien a través de diseños cualitativos como son el estudio de caso o la investigación-acción, no menos rigurosos y con la cualidad de mejorar la calidad de la práctica docente (en la enseñanza de las ciencias, en este caso) a partir de la misma (Elliot, 1993).

### **Qué implicaciones educativas se evidencian sobre IBSE**

Las implicaciones educativas que reflejan cada uno de los artículos seleccionados se encuentran sintetizadas en la Tabla V, en la que cada trabajo aparece referenciado a través del número asignado al mismo en el *Anexo*. Así, se han usado seis criterios para clasificarlas, referidos a: (1) competencias, (2) emociones, motivación y actitudes, (3) adquisición y transferencia del conocimiento, (4) naturaleza e imagen de la ciencia, (5) profesorado y (6) dificultades del alumnado.

Aguilera, D. Martín-Pérez, T. Valdivia-Rodríguez, V. Ruiz-Delgado, A. Williams-Pinto, L. Vilchez-González, J. M. Perales-Palacios, F. J. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

**TABLA V.** Síntesis de aquellas implicaciones educativas ligadas a la IBSE.

Referencias	Nº	Implicaciones educativas
Competencias	3	- Fomenta la autonomía del alumnado (6, 7, 23).
	7	- Incentiva el trabajo cooperativo entre el alumnado (1, 6, 18, 22, 23, 24, 43).
	3	- Desarrolla la competencia lingüística (16, 23, 43).
	8	- Favorece el desarrollo de habilidades relacionadas con la metodología científica (12, 13, 16, 18, 22, 33, 45, 48).
Emociones, motivación y actitudes	4	- Genera actitudes positivas hacia la ciencia (6, 24, 33, 44).
	15	- Eleva la motivación y la satisfacción hacia el aprendizaje de las ciencias (6, 11, 14, 16, 23, 30, 34, 35, 36, 37, 43, 46, 48, 52, 55).
	2	- El alumnado valora positivamente el empleo de esta metodología (32, 45).
	1	- Incrementa la autoestima del alumnado hacia el aprendizaje de las ciencias (24).
Adquisición y transferencia del conocimiento	1	- No incide en la motivación y estado emocional del alumnado (42).
	11	- Mejora la adquisición de contenidos (7, 12, 14, 15, 16, 23, 30, 38, 41, 42, 46).
	5	- Ayuda a alcanzar un aprendizaje significativo (10, 14, 15, 50, 52).
	9	- Fomenta la reflexión y el pensamiento crítico durante el proceso de enseñanza-aprendizaje (6, 10, 11, 17, 21, 22, 24, 46, 55).
	5	- Propicia la participación activa en el alumnado (24, 33, 34, 49, 55).
	1	- Aumenta el diálogo entre el docente y el alumnado (5).
	1	- Tiene en cuenta los intereses del alumnado y sus ideas previas (11).
4	- Favorece la identificación y modificación de ideas erróneas por aquellas adecuadas al conocimiento científico (15, 24, 47, 50).	
Naturaleza e imagen de la ciencia	2	- Ayuda a manifestar los diferentes problemas socio-científicos actuales y se adapta a las necesidades del alumnado, donde reina la incertidumbre generada por cambios extremadamente acelerados (25, 26).
	6	- Permite al alumnado tomar conciencia de la utilidad del conocimiento científico en su vida cotidiana (14, 28, 29, 43, 44, 46).
	1	- Facilita la transferencia de ideas y conocimientos de un contexto a otro (15).
Profesorado	4	- Contribuye a presentar de forma más cercana la producción, desarrollo e impacto del conocimiento científico (53, 4, 5, 35).
	3	- Permite modificar concepciones negativas sobre la imagen de la ciencia y otorga valor a la labor científica (14, 29, 31).
	9	- Formar a los futuros docentes en IBSE podría incidir en la innovación educativa futura, mejorando su conocimiento sobre dicha estrategia de enseñanza y generando más seguridad y mejor desempeño en el profesorado (9, 27, 31, 38, 39, 40, 41, 48, 49).
Dificultades del alumnado	2	- Requiere más dedicación por parte del docente que la enseñanza tradicional (33, 36).
	2	- El rol de guía del profesorado durante el proceso de indagación es esencial (19, 48).
	1	- El profesorado universitario considera prioritario emplear la IBSE en la formación inicial de maestros (39).
	3	- El profesorado en formación inicial valora positivamente a esta estrategia de enseñanza (1, 3, 51).
	2	- El profesorado en formación inicial tiene dificultades a la hora de diseñar secuencias didácticas basadas en indagación (3, 51).
	1	- Los maestros en formación poseen poco conocimiento sobre cómo se genera, valida y evoluciona el conocimiento científico; desconocen las técnicas y procedimientos básicos mediante los que se desarrolla el conocimiento científico, afectando todo ello a la imagen que pudieran transmitir (54).
	1	- El NPTA es un instrumento de utilidad para el profesorado, pues se trata de un instrumento de evaluación formativa que permite identificar las dificultades del alumnado durante el proceso de indagación (20).
Dificultades del alumnado	3	- No posee un modelo claro de la actividad científica para poder ejecutar correctamente la dinámica de indagación (6, 8, 28).
	1	- Tiene dificultades en la formulación de preguntas investigables (21).
	1	- Presentan dificultades en la extracción de resultados, la interpretación de los mismos y la emisión de hipótesis (2).
	2	- Tanto la expresión oral y escrita como la identificación de las situaciones problemáticas, generalmente, son debilidades del alumnado (6, 36).
1	- Afrontar actividades de indagación es complejo cuando tienen pocas vivencias relacionadas con este tipo de enfoque didáctico (19).	

\*Número de artículos que obtienen la implicación didáctica.

*Aguilera D., Martín-Páez T., Valdivia-Rodríguez V., Ruiz-Delgado A., Williams-Pinto L., Vilchez-González J.M., Perales-Palacios F. J.*  
LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

La contribución que realiza la metodología IBSE al desarrollo de competencias (autonomía e iniciativa, trabajo en equipo, competencia lingüística y aquellas referentes a la investigación) observada en muchos de los trabajos seleccionados en esta revisión es ratificada por Bevins y Price (2016), quienes afirman que una de las fortalezas de este enfoque de enseñanza es la promoción y el desarrollo de habilidades y capacidades ligadas a las ciencias. Además, estos mismos autores aportan como beneficios de la IBSE: la mejora de la autoestima; la comprensión de los contenidos y la motivación; y la incidencia en la aplicación de los nuevos aprendizajes en los contextos cada vez más complejos que les rodean.

En cuanto a la actitud y emociones hacia la Ciencia, se han encontrado resultados positivos y negativos, aunque mayoritariamente las aportaciones recogidas evidencian la eficacia de la IBSE para mejorar estas variables (Areepattamannil 2012; McConney et al. 2014). En este mismo sentido, las implicaciones educativas recogidas apuntan a una mejora de la adquisición de contenidos por parte del alumnado y al favorecimiento del aprendizaje significativo, actuando como responsables de ello la reflexión, la evaluación de las ideas alternativas, la argumentación (Pedaste et al. 2015) y la participación activa del alumnado (Bevins y Price, 2016); todas estas acciones se promocionan habitualmente por las propuestas y experiencias educativas analizadas.

Los efectos generados por la metodología IBSE descritos anteriormente, todos positivos, propician un clima de aula distendido, ameno y, consecuentemente, idóneo para el aprendizaje de las ciencias (Abril, Romero-Ariza, Quesada y García, 2014). A su vez, este grato beneficio es clave en la promoción de actitudes positivas hacia la escuela y el aprendizaje (Krüger, Formichella y Lekuona, 2015). Así, dado el declive de la actitud hacia la Ciencia que sufre el alumnado actual (Vázquez y Manassero, 2008), podríamos considerar a este enfoque de enseñanza como un medio adecuado para revertirlo.

Sin embargo, existen varios aspectos a tener en cuenta en la puesta en práctica de este enfoque de enseñanza según podemos observar en aquellas implicaciones educativas referentes al profesorado (Tabla V). Así, el rol que adquiere el docente durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, su experiencia previa y conocimiento sobre IBSE y su implicación son factores determinantes en la eficacia de esta estrategia de enseñanza, convirtiendo al docente en un profesional eficaz (Reoyo, Carbonero y Martín, 2017). Tan es así, que algunos autores han cuestionado la metodología IBSE al alegar que:

*Aguilera, D., Martín-Ríez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vilchez-González, J.M., Perales-Palacios, F.J.*  
LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

- (1) El alumnado no puede por sí solo aprender por indagación (Kirschner, Sweller y Clark, 2006), pues existen evidencias que a través de una indagación guiada se obtienen mejores resultados en cuanto al aprendizaje se refiere (Minner et al. 2010; Furtak et al. 2012; Lazonder et al. 2016).
- (2) Falta preparación entre el profesorado (Forbes y David, 2010), dado el fragmentado, superficial y poco sólido conocimiento científico del que disponen (Murphy et al., 2007).
- (3) Las dificultades de los maestros en formación para diseñar y ejecutar secuencias basadas en indagación (Lucero et al., 2013; Crujeiras y Puig, 2014), línea sobre la que ya existen algunas propuestas de formación para intentar superar tales deficiencias (Martínez-Chico, Jiménez-Liso y López-Gay, 2015; Vilchez y Bravo, 2015; Greca, Meneses y Diez, 2017).

Finalmente, al hacer balance de las implicaciones educativas más y menos alentadoras, podemos afirmar que la enseñanza basada en indagación es una forma eficaz de enseñar y aprender ciencias, destacando como implicaciones más relevantes el incremento de la motivación/satisfacción por aprender ciencias y la adquisición de contenidos por parte del alumnado (N = 15 y N = 11 respectivamente). En este hecho coinciden Lederman, Lederman y Antink (2013), siempre que el diseño de las actividades sea adecuado, lo que pasa ineludiblemente por una adecuada formación del profesorado.

## Conclusiones

El presente estudio de revisión aporta, por una parte, una perspectiva del desarrollo de la investigación sobre la metodología IBSE en el área de DCE, centrada en las publicaciones de las revistas españolas; por otra, se recogen las principales implicaciones educativas referidas a dicha metodología. Así, podemos concluir lo siguiente:

Primero. La producción científica sobre la metodología IBSE en las revistas españolas específicas de DCE es escasa, a pesar de que existen autores de otros países que han difundido algunos trabajos en el nuestro. Esto contribuye a que resulte complejo resaltar algún investigador o grupo de investigación con una producción reseñable en esta línea de

*Aguilera D., Martín-Páez T., Valdivia-Rodríguez V., Ruiz-Delgado A., Williams-Pinto L., Vilchez-González J.M., Perales-Palacios F. J.*  
LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

investigación. Además, hay que destacar el exiguo grado de colaboración en la realización de los artículos. No obstante, existe una evolución favorable en cuanto al volumen de artículos que abordan dicha temática en los últimos cinco años. Así, podríamos afirmar que la investigación en España sobre la metodología IBSE es incipiente.

Segundo. La atención dedicada a las diferentes etapas educativas es muy desigual, siendo la etapa de Educación Secundaria y la universitaria a las que se dirige mayor número de estudios, lo que podría estar condicionado por la trayectoria profesional de los autores y autoras, que ejercen o han ejercido como profesores de Secundaria. Consecuentemente, la etapa de Educación Primaria recibe poca atención por parte de la investigación en DCE y, en este caso, no se destina ningún estudio a la Educación Infantil.

Tercero. Existen más estudios de naturaleza teórica que empírica. El diseño más empleado para aquellos trabajos teóricos ha sido la experiencia didáctica y para los estudios empíricos se ha optado, generalmente, por un diseño de estudio de caso. Por tanto, una vía para promover la extracción de conclusiones más rigurosas y generalizables sería incrementar el número de estudios experimentales (desde el punto de vista cuantitativo) o emplear en mayor medida la investigación-acción (desde el punto de vista cualitativo).

Cuarto, y último. Las implicaciones educativas referentes a la metodología IBSE son alentadoras en cuanto a los efectos generados en el alumnado y profesorado en formación, pues en ambos posibilita una sólida alfabetización científica apoyada en actitudes y emociones positivas, y en una imagen de la ciencia renovada. Sin embargo, este enfoque de enseñanza tiene ante sí algunos retos importantes:

- Referentes al profesorado:
  - Mejorar el conocimiento de los futuros maestros sobre naturaleza de la ciencia.
  - Paliar las dificultades de estos en el desempeño de la metodología IBSE, que giran en torno a la inseguridad generada por lo descrito anteriormente y la falta de experiencia en la puesta en práctica de dicha metodología.
- Referentes al alumnado:
  - Promover un aprendizaje de las ciencias basado en hacer ciencia, en aras de corregir actitudes deterioradas, sensaciones y emociones negativas y concepciones erróneas sobre las ciencias.

Aguilera, D., Martín-Ríez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vilchez-González, J.M., Perales-Palacios, F.J.  
LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

De las conclusiones obtenidas parece desprenderse que la IBSE podría ser una buena estrategia de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, y también que queda mucho camino que recorrer. Son estudios como los presentados en este artículo los que pueden delimitar el camino a seguir. Dadas las limitaciones del mismo, pues se centra en investigaciones de ámbito nacional (España), la línea a seguir pasaría, en primer lugar, por ampliar el estudio al ámbito internacional, lo que se tiene previsto hacer en futuras revisiones.

### Agradecimientos

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto «Diseño, evaluación y difusión de talleres basados en indagación para Educación Primaria (ref: PPJI\_B-01)» financiado por la Universidad de Granada. Además hemos de agradecer a la Junta de Andalucía y al Fondo Social Europeo por la financiación del contrato nº 6161 destinado a la contratación de joven personal investigador, al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte por la concesión de la beca FPU15/04972 y al grupo de investigación HUM-613, por participar en su formación.

**Anexo:** [www.didacticacienciasugr.es/docs/misc/Anexo-Rev-Sis-Nacional.pdf](http://www.didacticacienciasugr.es/docs/misc/Anexo-Rev-Sis-Nacional.pdf)

### Referencias bibliográficas

- Abril, A. M., Romero-Ariza, M., Quesada, A., & García, F.J. (2014). Creencias del profesorado en ejercicio y en formación sobre el aprendizaje por investigación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 11(1), 22-33.
- Alfieri, L., Brooks, P.J., Aldrich N.J., & Tenenbaum H.R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103, 1-18.
- Anderson, R.D. (1996). *Study of curriculum reform*. Washintong DC: U.S. Government Printing Office.

Aguilera D., Martín-Pérez T., Valdivia-Rodríguez V., Ruiz-Delgado A., Williams-Pinto L., Vilchez-González J.M., Perales-Palacios F. J.  
LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

- Anta, C. & Pérez, J. M. (2007, noviembre, 21-23). *La producción científica sobre Didáctica de las Ciencias. IV Congreso Comunicación Social de la Ciencia*. Madrid: CSIC.
- Areepattamannil, S. (2012). Effects of inquiry-based science instruction on science achievement and interest in science: Evidence from Qatar. *The Journal of Educational Research*, 105(2), 134–146.
- Barrow, L. H. (2006). A brief history of inquiry: from Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 265-278.
- Bevins, S. & Price Centre for Science Education, Sheffield Hallam University, Sheffield, UK, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29.
- Bisquerra, R. (Coord.) (2014). *Metodología de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Cañal de León, P. (1987). Un enfoque curricular basado en la investigación. *Investigación en la Escuela*, 1, 43-50.
- Cobern, W.W., Schuster, D., Adams, B., Applegate, B., Skjold, B., Undrieu, A., Loving, C.C., & Gobert, J.D. (2010). Experimental comparison of inquiry and direct instruction in science. *Research in Science & Technological Education*, 28(1), 81-96.
- Cortés, A.L., de la Gándara, M., Calvo, J.M., Martínez, M.B., Gil, M.J., Ibarra, J. & Arlegui, J. (2012). Expectativas, necesidades y oportunidades de los maestros en formación ante la enseñanza de las ciencias en la educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 155-176.
- Couso D., Jiménez M. P., López-Ruiz J., Mans C., Rodríguez C., Rodríguez J.M., & Sanmartí, N. (2011). *Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España*. Madrid: Rubes Editorial.
- Couso, D. (2014). *De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica*. Ponencia a los XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Huelva.
- Crawford, B.E. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 613–642.
- Crujeiras, B. & Puig, B. (2014). Trabajar la naturaleza de la ciencia en la formación inicial del profesorado planificando una investigación. *Educació Química*, 17, 55-61.

Aguilera, D., Martín-Pérez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vilchez-González, J. M., Perales-Palacios, F. J.  
 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

- Cuevas, P., Lee, O., Hart, J. & Deakort, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 337-357.
- Elliot, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Madrid: Morata.
- Eshach, H. & Fried M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336.
- Forbes, C. T. & Davis, E. A. (2010). Curriculum design for inquiry. Pre-service elementary teachers' mobilization and adaptation of science curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 820-839.
- Furtak, E.M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D.C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329.
- Gil-Pérez D. (1990). *Un modelo de resolución de problemas como investigación*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia – Lábor.
- Gil-Pérez D. (1993). Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
- Greca, I. M., Meneses, J. A., & Diez, M. (2017). La formación en ciencias de los estudiantes del grado en maestro de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 16(2), 231–256.
- Hazelkorn, E. (2015). *Science Education for Responsible Citizenship*. Comisión Europea. [http://ec.europa.eu\\_research\\_swafs\\_pdf\\_pub\\_science\\_education\\_KI-NA-26-893-EN-N](http://ec.europa.eu_research_swafs_pdf_pub_science_education_KI-NA-26-893-EN-N)
- Higgins, J. P. T., & Green, S. (2008). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. West Sussex, England: Cochrane Collaboration & Wiley.
- Keys, C.W. & Kennedy, V. (1999). Understanding inquiry science teaching in context: A case study of an elementary teacher. *Journal of Science Teacher Education*, 10(4), 315-333.
- Krüger, N., Formichella, M. M., & Lekuona, A. (2015). Más allá de los logros cognitivos: la actitud hacia la escuela y sus determinantes en España según PISA 2009. *Revista de Educación*, 367, 10-35.
- Kirschner P.A., Sweller J., & Clark R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41, 75–86.

Aguilera D., Martín-Páez T., Valdivia-Rodríguez V., Ruiz-Delgado A., Williams-Pinto L., Vilchez-González J.M., Perales-Palacios F. J.  
LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

- Lazonder, A.W., & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 20(10), 1-38.
- Linn, M. C., Davis, E.A. & Bell, P. (2004). *Internet environments for science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lucero, M., Valcke, M. & Schellens, T. (2013). Teachers' beliefs and self-reported use of inquiry in Science Education in Public Primary Schools. *International Journal of Science Education*, 35 (8), 1407-1423.
- Martínez-Aznar, M. (2017). La enseñanza-aprendizaje de las ciencias: «entre indagación y problemas». Comunicación personal.
- Martínez-Chico, M. (2013). *Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias. Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza*. Tesis doctoral. Universidad de Almería.
- Martínez-Chico, M., Jiménez Liso, M. R., & López-Gay, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 12(1), 149-166.
- McConney A., Oliver M.C., Woods-McConney A., Schibeci R. & Maor D. (2014) Inquiry, Engagement, and Literacy in Science: A Retrospective, Cross-National Analysis Using PISA 2006. *Science Education*, 98(6), 963-980.
- McDonald, S. & Butler Songer, N. (2008). Enacting classroom inquiry: Theorizing teachers' conceptions on science teaching. *Science Education*, 27, 45-60.
- Minner, D.D., Levy, A.J. & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Murphy, C., Neil, P. & Beggs, J. (2007) Primary science teacher confidence revisited: ten years on. *Educational Research*, 49(4), 415-430.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 science education: Practices crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academy Press.
- Ofsted (2011). *Successful science: An evaluation of science education in England 2007 – 2010*. Manchester, UK: Ofsted.
- Pedaste M., Mäeots M., Siiman L.A., De Jong T., Van Riesen S.A., Kamp E.T., & Tsourlidaki E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, 14, 47-61.

Aguilera, D., Martín-Pérez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vilchez-González, J. M., Perales-Palacios, F. J.  
 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN INDAGACIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA

- Perales, F.J., & Ayerbe, J. (2016). El trabajo por proyectos y por resolución de problemas en Educación Ambiental: análisis y tendencias. Comunicación a los XXVII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Badajoz (7-9 de Septiembre, 2016).
- Pro, A., & Rodríguez, (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 385-406.
- Reoyo, N., Carbonero, M. A., & Martín, L. J. (2017). Características de eficacia docente desde las perspectivas del profesorado y futuro profesorado de secundaria. *Revista de Educación*, 376, 62-86.
- Rocard, M. (Chair), Csermely, P., Jorde, D. Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science Education now: A renewed Pedagogy for the future of Europe*. Comisión Europea. <https://sede.educacion.gob.es/publivera/PdfServlet?pdf=VP15136.pdf&area=E>
- Sotos-Prieto, M., Prieto, J., Manera, M., Baladía, E., Martínez-Rodríguez, R. & Basulto, J. (2014). Ítems de referencia para publicar Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis: La Declaración PRISMA. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 18(3), 172-181.
- Vázquez, A. & Manassero, M.A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Vilchez, J. M., & Bravo, B. (2015). Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. *Enseñanza de Las Ciencias*, 33(1), 185-202.
- Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), pp. 112-143.
- Yeomans, E. (2011). *Inquiry-based learning – what is its role in an inspiring science education?* En Perspectives on Education: Inquiry-based learning (p. 3). Wellcome Trust: Londres.

**Información de contacto:** David Aguilera Morales. Facultad de Ciencias de la Educación, Campus Universitario de Cartuja, C.P. 18071 (Granada), Granada. E-mail: david15@correo.ugr.es

## 2.3. Artículo 2

*Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(3), 3103 (2018)

FUNDAMENTOS Y LÍNEAS DE TRABAJO

### La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática

David Aguilera<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada. Granada, España*  
<sup>2</sup>*davidaquilera@ugr.es*

[Recibido: 2 enero 2018. Revisado: 10 Abril 2018. Aceptado: 6 Junio 2018]

**Resumen:** El estudio de revisión aquí presentado tiene como propósitos: (1) aportar una panorámica del desarrollo de la línea de investigación que se ocupa del estudio de las salidas de campo como recurso didáctico en Didáctica de las Ciencias Experimentales; y, (2) sintetizar las principales implicaciones educativas referidas a la misma. Así, se revisaron los artículos publicados entre el año 2000 y 2017 y alojados en las bases de datos de Web of Science y Scopus. Los resultados obtenidos giran en torno a los campos: (1) autor/es y año; (2) país; (3) disciplina científica; (4) etapa educativa; (5) contexto; (6) metodología; y (7) implicaciones educativas. Los resultados principales apuntan a la irrupción de la producción científica sobre esta línea de investigación, a pesar de no abundar autores muy prolíficos en ella. Además, se ha comprobado que Estados Unidos es el país donde se realizan mayor número de trabajos, mientras que la etapa educativa preferente para ejecutar las salidas de campo es la Educación Primaria. Los espacios naturales se colocan como el contexto más visitado y el Medio Ambiente, la Biología y la Geología como las disciplinas predilectas para realizar salidas de campo. Finalmente, las principales implicaciones educativas señalan la promoción de actitudes y emociones positivas, así como la adquisición de los contenidos como puntos fuertes de las salidas de campo.

**Palabras clave:** Enseñanza de las ciencias; salidas de campo; revisión sistemática; bibliográfico.

#### Field trip as a didactic resource to teach sciences. A systematic review

**Abstract:** This review study aims to: (1) provide an overview of development of the educational research about the use of field trips as a teaching resource in Didactics of Experimental Sciences; and (2) synthesize the main educational implications referred to it. Thus, the articles published between 2000-2017 and hosted in Web of Science and Scopus databases were reviewed. The results approved around the fields: (1) author/s and year; (2) country; (3) scientific discipline; (4) educational stage; (5) context; (6) methodology; and (7) educational implications. The main results point to irruption of the scientific production on this line of investigation, in spite of not abounding prolific authors in her. In addition, we have proven that United States is the country where the greatest numbers of jobs have been carried out, while the preferential educational stage to carry out field trips is Primary Education. The natural spaces are placed as the most visited context and the Environment, Biology and Geology as the preferred disciplines for field trips. Finally, the main educational implications point to the promotion of positive attitudes and emotions, as well as the acquisition of contents as strengths of field trips.

**Keywords:** Science education; field trip; systematic review; bibliographic.

**Para citar este artículo:** Aguilera D. (2018) La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(3), 3103. doi: 10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2018.v15.i3.3103

#### Introducción

Emplear la salida de campo, de ahora en adelante SC, como un recurso didáctico está lejos de ser algo novedoso en la enseñanza actual. Así, la corriente renovadora de la Escuela Nueva surgió a finales del siglo XIX y desarrollada en el siglo XX, donde encontramos a autores como John Dewey, Maria Montessori o Célestin Freinet, quienes promovieron la necesidad de salir fuera del aula como una parte fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado. Tan es así que Sorrentino y Bell (1970) establecen cinco propósitos para esta herramienta didáctica:

*Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*  
 Universidad de Cádiz, APAC-Eureka. ISSN: 1697-011X  
[http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2018.v15.i3.3103](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3103)  
<http://reuredc.uca.es>

- (1) Propiciar experiencia.
- (2) Estimular el interés y la motivación del alumnado hacia las ciencias.
- (3) Atribuir relevancia al aprendizaje de las ciencias.
- (4) Desarrollar las habilidades de observación y percepción.
- (5) Favorecer el desarrollo personal y social.

No obstante, la frecuencia con la que se realizan SC, tradicionalmente en las áreas curriculares de Ciencias Experimentales y Sociales, es bastante baja (Pedrinaci, 2012). Ello provoca que la sensación de novedad en el alumnado o la mal entendida percepción de innovación educativa en el profesorado perduren en el tiempo durante la planificación y puesta en práctica de una SC en el ámbito escolar. Las razones contribuyentes a la situación descrita, habitualmente, están relacionadas con el número de alumnos por aula, el esfuerzo extra que debe realizar el profesorado, aspectos económicos y burocráticos, la escasez de materiales didácticos sobre estas actividades y la responsabilidad civil (Rebello, Marques y Costa 2011).

Ante las situaciones expuestas, parece pertinente estudiar la producción científica que versa sobre la temática abordada como ya hicieron Mason (1980), quien encontró 43 trabajos referidos a las SC entre 1920 y 1980, Guisasola y Morentín (2007), quienes centraron su atención en las visitas escolares a los museos de ciencias y Amórtégui, Gavidia y Mayoral (2016), quienes analizaron trabajos que abordaban las salidas de campo para enseñar Biología, DeWitt y Storksdieck (2008) y Behrendt y Franklin (2014), quienes valoraron el potencial pedagógico de las SC. Asimismo, este estudio tiene entre sus propósitos resaltar el valor educativo de las SC en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE), así como mostrar el desarrollo de esta línea de investigación en lo que va de siglo XXI (2000-2017). La consecución de estos propósitos está vinculada con las siguientes preguntas de investigación:

- (1) ¿Cuál ha sido la evolución de la producción científica en lo que va de siglo XXI?
- (2) ¿Cuáles son los autores más prolíficos en esta línea de investigación? ¿Qué grado de colaboración existe entre los autores? ¿Se identifica algún grupo de investigación?
- (3) ¿En qué países, etapas educativas, disciplinas científicas y contextos se desarrollan las investigaciones?
- (4) ¿Qué metodologías de investigación se emplean para tal fin?
- (5) ¿Qué implicaciones educativas aportan los estudios sobre las SC?

### La salida de campo: conceptualización y puesta en marcha

Tal y como se apuntaba al inicio del manuscrito, la SC es un recurso didáctico cuyo uso se remonta a cientos de años. Una de las definiciones más empleadas es la propuesta por Krepel y Durrall (1981), quienes definen *salida de campo* como aquel viaje que realiza una escuela o una clase con una intención educativa, donde el alumnado puede interactuar con el entorno, experimentar y observar para asociar sus ideas con conceptos científicos a través de la experiencia. En este mismo sentido, Tal y Morag (2009) describen a las SC como aquellas actividades con fines educativos desarrolladas fuera del aula, en un ambiente interactivo, capaz de proveer al alumnado de experiencias. Más recientemente, Álvarez-Piñeros, Vázquez-Ortiz y Rodríguez-Pizzinato (2016) caracterizan la SC como la oportunidad de explorar, descubrir y redescubrir una realidad cercana o lejana para el alumnado, tratándose de un proceso donde el nombre de las «cosas» juega un papel esencial para poder observarlas, describirlas y explicarlas in situ, convirtiéndolas en objeto de investigación.

Si analizamos las definiciones expuestas, se encuentran tres coincidencias clave: es una actividad que tiene lugar fuera del aula, tiene un fin educativo y genera experiencia en el alumnado. Todo ello se presenta como una oportunidad para la consecución de algunos objetivos de la enseñanza de las ciencias, puesto que las SC:

- Generalmente, tienen lugar en sitios atractivos para el alumnado (Orion 2001).
- Proporcionan una experiencia directa con aquello que se estudia en el aula, promoviendo la curiosidad del alumnado gracias a la actitud investigativa adoptada (Allen 2004).
- Inciden en el desarrollo social y personal del alumno (Gair 1997).
- Establecen conexiones entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS), permitiendo el desarrollo de una ciudadanía más activa (Pedretti 2003).

En cuanto a la puesta en marcha de una SC, ésta se puede llevar a cabo de distintas formas, cada una con sus fortalezas y debilidades y con mayor o menor éxito. Uno de los modelos referidos al diseño y ejecución de SC más citados es el descrito por Orion (2007), el cual consta de tres fases:

- (1) La primera fase denominada «construcción de significados» puede tener una duración variada, dependiendo de los objetivos de la SC. Su propósito es preparar al alumnado para la actividad, tratando de reducir el factor «novedad» que surge en el alumnado (Orion y Hofstein 1994). Dicho factor se compone de tres aspectos: cognitivo, geográfico y psicológico. Así, la novedad cognitiva responde a los conceptos y habilidades que el alumnado deberá manejar durante la actividad; la novedad geográfica atiende al lugar donde se desarrollará la SC; y la novedad psicológica refleja la brecha existente entre las expectativas del alumnado y la realidad a la que se van a enfrentar en el evento.
- (2) En la segunda fase es donde tiene lugar la SC, la cual debe concebirse como una parte más del plan de estudios y no como una actividad aislada. Los objetivos de esta etapa van dirigidos a: comprender e investigar aquellas cuestiones relacionadas con el fenómeno científico estudiado. Por tanto, el rol del docente debería ser el de moderador.
- (3) La tercera y última fase tiene por objetivo reflexionar sobre la SC en aras de dar respuesta a las intrigas y dudas que surgieran en el alumnado.

Consecuentemente, la SC conlleva un trabajo previo y posterior que podría desarrollarse en el aula, de este modo las actividades desarrolladas fuera del aula se convertirían en un complemento o refuerzo al proceso de enseñanza-aprendizaje que tiene lugar en la escuela.

#### **La enseñanza-aprendizaje de las ciencias ¿necesita salir del aula?**

Casi con total seguridad, si preguntásemos esto a cualquier docente o académico del área de DCE daría una respuesta afirmativa y, seguramente, muchos coincidirían en las ventajas que supone salir del aula tanto como en las limitaciones. Sin embargo, la realidad no es otra sino que las salidas de campo son actividades esporádicas y, habitualmente, desvinculadas del plan de estudios. A pesar de que algunas instituciones (National Research Council 2001) e informes de investigación, tanto internacionales (Informe Rocard, Rocard 2007) como nacionales (Informe ENCIENDE, COSCE 2011) realizan recomendaciones que apuntan a una enseñanza de las ciencias donde el alumno pueda aplicar el conocimiento adquirido y relacionarlo con la vida real, de forma que este pueda ser percibido como útil para su vida cotidiana, colocándose las SC como un recurso didáctico adecuado para tales intenciones. La aplicación de ello contribuiría a mejorar la percepción que tiene el alumnado de las asignaturas de ciencias, generalmente poco atrayentes e irrelevantes para su vida diaria (Solbes 2011), situación que podría encontrar justificación en la densidad de los programas didácticos de ciencias, la complejidad del lenguaje científico y el olvido por parte del profesorado de los intereses del alumnado (Cafias y Martín-Díaz 2010).

Desde otra perspectiva, alejándonos de suposiciones y acercándonos a los resultados de la investigación educativa, la necesidad de salir del aula para enseñar y aprender ciencias queda patente al confirmarse que el gusto mostrado por el alumnado hacia las ciencias está directamente relacionado con la realización de SC (Kiesel 2005) y, que a su vez, éste se siente más predispuesto y motivado cuando se realizan experiencias fuera del aula (Dillon *et al.* 2006). Así, es necesario resaltar la influencia de las SC en aspectos de índole emocional, conceptual y procedimental, pues posibilita la observación, la indagación y la discusión (Del Toro y Morcillo 2011).

Al hilo de lo anterior, Eshach (2007) afirma que el alumnado disfruta durante las SC y que es consciente del objetivo didáctico de estas actividades, por lo que no se trata de un «día de diversión» sino más bien de un día en el que «se aprende ciencia de forma divertida». A esto, Rickinson *et al.* (2004) agregan que las SC tienen un impacto positivo en: (1) las actitudes, creencias y autopercepción del alumnado; y (2) las habilidades sociales, tales como las habilidades de comunicación, cooperación y empatía. Por tanto, nos encontramos que la actitud del alumnado hacia las SC es positiva, dado que al presentar el conocimiento estudiado contextualizado en el mundo real, se permite la aplicación del mismo y se realza su utilidad (Braund y Reiss 2006). Asimismo, esta situación contrasta con la actitud del alumnado hacia la ciencia cada vez más deteriorada, de este modo las SC se colocan como una oportunidad para mejorarla (Rebar y Enochs 2010).

En definitiva, tener en cuenta este recurso didáctico significaría no seguir posponiendo recomendaciones didácticas como la emitida por John Dewey:

We cannot overlook the importance for educational purposes of the close and intimate acquaintance got with nature at first hand, with real things and materials, with the actual processes of their manipulation, and the knowledge of their social necessities and uses... Verbal memory can be trained in committing tasks, a certain discipline of the reasoning powers can be acquired through lessons in science and mathematics; but, after all, this is somewhat remote and shadowy compared with the training of attention and of judgment that is acquired in having to do with things with real motive behind and a real outcome ahead (Dewey 2008, pp. 10-11).

## Método

El método empleado en este trabajo ha sido el de *revisión sistemática*, presentándose este como una herramienta objetiva, rigurosa y eficaz para un proceso de revisión de la literatura científica sobre un campo de conocimiento concreto y capaz de sintetizar las evidencias empíricas sobre el mismo (Hunt, 1997).

### Procedimiento de selección de trabajos y extracción de datos

El proceso de selección de los artículos se ha desarrollado según las fases propuestas por Sánchez-Meca y Botella (2010):

- (1) Formulación de las preguntas de investigación.
- (2) Definición de los criterios de selección.
- (3) Ejecución de la búsqueda bibliográfica.

De este modo, tras decidir las preguntas de investigación a las que pretende responder este estudio (mostradas en la introducción), se establecieron cuatro criterios para seleccionar los trabajos que compondrían más tarde la muestra de este estudio.

- (1) Según el tipo de documento, solo se consideran los artículos

- (2) Según la fecha de publicación, se contemplan los publicados entre el 2000 y el 2017.
- (3) Según la lectura de su título, resumen y palabras clave, se tienen en cuenta los trabajos que utilizan el término *salida de campo* (*field trip*, en inglés) y que están enmarcados en el área de DCE.
- (4) Según la lectura completa de los trabajos, se incluyen los artículos que aportan implicaciones educativas referentes a las SC (quedaron excluidos aquellos trabajos que versan sobre SC virtuales).

Una vez establecidos los criterios de selección, se realizó la búsqueda bibliográfica en la primera quincena de diciembre de 2017 en las bases de datos electrónicas *Web of Science* (WOS), restringiendo la búsqueda a su colección principal, y *Scopus*. Las palabras clave empleadas fueron «field trip» y «science education» unidas a través del operador booleano AND. La búsqueda inicial evidenció una población de 531 trabajos al introducir las palabras clave, de esta forma la muestra se seleccionó a partir de la aplicación sucesiva de los cuatro criterios de inclusión (Tabla 1).

**Tabla 1.** Proceso de selección según los criterios de inclusión.

Fases de la búsqueda	WOS	Scopus	Total	Porcentaje*
Búsqueda inicial	179	352	531	
Criterio 1	118	218	336	63.3%
Criterio 2	113	181	294	55.4%
Criterio 3	35	56	91	17.1%
Criterio 4	18	34(19 <sup>a</sup> )	52(37 <sup>a</sup> )	9.8%

\* Porcentaje de trabajos seleccionados respecto a la búsqueda inicial.

<sup>a</sup> Número de artículos al suprimir las coincidencias halladas entre ambas bases de datos.

La aplicación de los criterios de inclusión significó la selección de 52 artículos científicos que representan el 9.8% de aquellos obtenidos en la búsqueda inicial. Finalmente, se eliminaron las 15 coincidencias detectadas entre los resultados de búsqueda en ambas bases de datos, de esta forma la muestra de estudio asciende a 37 artículos (Anexo).

Respecto a la extracción de datos, la muestra objeto de estudio se analizó conforme a los siguientes ítems: (a) autor/es y año, (b) disciplina científica, (c) país, (d) etapa educativa, (e) contexto, (f) metodología e (g) implicaciones educativas. En cuanto a los procedimientos de extracción de datos seguidos hemos de destacar que:

- (1) Los ítems *a*, *c* y *d* se identificaron a partir de la lectura de los artículos seleccionados, pues se trata de datos objetivos que no dan lugar a interpretación.
- (2) Los ítems *b* y *f* se analizaron en cada trabajo a través de un sistema de categorías deductivo, elaborado a partir de distintos marcos teóricos de referencia (propios de la Ciencia y de la metodología de investigación). Así, para el ítem *b* se optó por establecer las categorías: Medio ambiente, Biología, Geología, Química y Física, y para el ítem *f* se establecieron las categorías: Metodología cuantitativa, cualitativa y método mixto.
- (3) Por último, los ítems *e* y *g* se analizaron conforme a un sistema de categorías inductivo, diseñado a partir de la lectura de los artículos seleccionados. De modo que para clasificar el contexto de ejecución de las SC se agruparon en una única categoría aquellos de características similares (como es el caso de los espacios naturales y urbanos) y se establecieron como categorías independientes los más singulares (entiéndanse: museo, planetario, acuario...).

En cuanto a las limitaciones, hemos de atender a la definición dada por Krepel y Dural (1981) de SC, donde colocan como sinónimos a los términos *excursion escolar* (school excursion),

*itinerario didáctico* (instructional trip) y *jornada escolar* (school journey). Así, a la vez que representa la principal limitación de este trabajo (solo se ha empleado la palabra clave «field trip» cruzada con «science education»), también evoca a la realización de futuros estudios de revisión donde se crucen todas las palabras clave mencionadas.

### Resultados y Discusión

#### Evolución de la producción científica en el siglo XXI

Al comparar el número de artículos seleccionados en este estudio con aquel obtenido en revisiones precedentes, como la realizada por Mason (1981), se puede observar que la evolución de la producción científica que aborda la SC como un recurso didáctico ha aumentado considerablemente. Este incremento respecto al siglo pasado, queda reflejado en 43 trabajos incluidos dentro de un lapso de tiempo de unos 60 años, mientras que desde el año 2000 hasta el 2017 se han publicado prácticamente una cuarentena de artículos sobre esta temática.

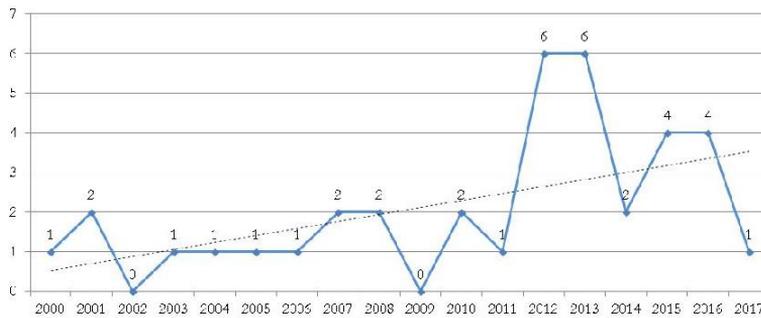


Figura 1. Evolución de la producción científica desde el 2000 hasta el 2017.

Tal y como se puede ver en la Figura 1, el número de artículos seleccionados por año es escaso, más si tenemos en cuenta que los datos expuestos son la suma de aquellos artículos seleccionados entre las bases de datos WOS y Scopus. Este hecho puede ser fruto de la escasez de experiencias educativas relativas a las SC (Pedrinaci 2012). No obstante, podemos observar que la tendencia de publicación de artículos sobre esta línea de investigación es positiva, ya que el 62% (n = 23) de los trabajos seleccionados han sido publicados entre el 2012 y el 2017. Además, se ha identificado una correlación moderada entre el año de publicación y el número de artículos publicados ( $r = 0.524$ ,  $p < 0.05$ ,  $r^2 = 0.28$ ).

#### Autores prolíficos, índice de colaboración y grupos de investigación

Se han identificado 84 autores entre los 37 artículos seleccionados, dato que arroja un *índice de colaboración* de 2.3 autores por trabajo. Este resultado es ligeramente superior al promedio de dos autores por trabajo obtenido en la rama de Ciencias Sociales en España y claramente superior al 1.81 obtenido para el área de DCE (Anta y Pérez 2007). Este hecho puede deberse al esfuerzo que deben realizar los docentes y demás partes implicadas en el diseño y puesta en marcha de una SC (Rebelo *et al.* 2011), por lo que, al existir un mayor número de personas implicadas, es lógico que el índice de colaboración en la publicación de los trabajos aumente.

Al analizar las autorías de cada trabajo, se han identificado ocho artículos de un único autor lo que representa el 21.6% de la muestra, así como que el 96.4% de los autores (n = 81) solo dispone de un artículo publicado en el lapso temporal analizado (Tabla 2). Por otro lado, solamente el 3.6% de los autores tienen dos o más trabajos publicados sobre SC. En este sentido, podría afirmarse que no son muchos los autores que tienen una gran producción científica en esta línea de investigación dado que la autora más productiva es R.T. Tal con seis publicaciones, seguida de O. Morag con cinco publicaciones.

**Tabla 2.** Relación de autores y número de trabajos publicados sobre SC.

	Nº de autores	Porcentaje
Autores con 1 trabajo	81	96.4%
Autores con 2 trabajos	1	1.2%
Autores con 3 o más trabajos	2	2.4%

En cuanto a la identificación de grupos de investigación, parece que el escaso número de autores prolíficos en esta línea de investigación es determinante en el número de posibles grupos de investigación. Así, siguiendo las directrices de Peiró (1981), en las que se considera que un grupo de investigación queda constituido por aquellos autores que colaboran entre sí y todos aquellos que han colaborado con alguno de estos, adoptando como criterio mínimo que un grupo esté formado por tres autores y más de tres artículos. De este modo, se ha encontrado un grupo de investigación formado por cinco autores (R.T. Tal, O. Moral, Y.J. Dori, Y. Bamberger y N. Lavie Alon) que han aportado seis publicaciones, del cual R.T. Tal es la autora principal dado que participa en los seis artículos, cuatro de ellos como primera autora.

**Países, etapas educativas, disciplinas científicas y contextos donde se desarrollan las investigaciones**

*Países.* Los trabajos seleccionados han sido desarrollados en 13 países diferentes (Tabla 3) entre los que destacan Estados Unidos (17), Israel (6), Portugal (3) y Alemania (2). Además de los países citados, se encontró un trabajo en: Turquía, Nueva Zelanda, Malasia, España, Dinamarca, Inglaterra, Canadá, Eslovenia y Eslovaquia. La existencia de esta amplia gama de países donde se desarrollan trabajos de investigación relacionados con las SC, aunque no todos con la misma intensidad, tiene que ver con la aceptación general por parte de la investigación educativa y del profesorado de las bondades de las SC como recurso educativo (Orion 1993).

**Tabla 3.** Países donde se desarrollan los trabajos sobre SC.

País	Frecuencia	Porcentaje
Estados Unidos	17	46%
Israel	6	16.2%
Portugal	3	8.1%
Alemania	2	5.4%
Turquía	1	2.7%
Nueva Zelanda	1	2.7%
Malasia	1	2.7%
España	1	2.7%
Dinamarca	1	2.7%
Inglaterra	1	2.7%
Canadá	1	2.7%
Eslovenia	1	2.7%
Eslovaquia	1	2.7%
Total	37	100%

Respecto al caso de España, la publicación de artículos sobre SC enmarcados en el área de DCE es muy baja. Esto podría guardar relación directa con la legislación educativa vigente en

nuestro país (Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa, LOMCE) en la cual se valora escasamente el *cómo enseñar Ciencia* (Fernandes, Pires y Delgado-Iglesias 2018).

*Etapas educativas* (Tabla 4). Los artículos seleccionados se han llevado a cabo en las etapas educativas de Educación Primaria (13), Educación Secundaria (8), Universidad (10) y Egresados, en relación a la formación continua del profesorado (4). La etapa de Educación Infantil queda sin representación entre los artículos seleccionados, colocándose una vez más como la gran olvidada en DCE (Pro y Rodríguez 2010). Opuesto es el caso de la Educación Primaria que abarca el 35.1% de la muestra, coincidiendo ello con DeWitt y Storksdiel (2008) quienes resaltan el número de investigaciones sobre SC destinadas a esta etapa educativa.

**Tabla 4.** Etapas educativas donde se desarrollan los trabajos sobre SC.

<b>Etapas educativas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Educación Primaria	13	35.1%
Educación Secundaria	8	21.6%
Universidad	10	27%
Egresados	4	10.8%
No procede	2	5.4%
Total	37	100%

Por otro lado, la Tabla 4 muestra dos trabajos clasificados como «no procede» etapa educativa, estos son los estudios 29 y 30 (según la enumeración expuesta en el Anexo) cuyos objetivos atienden a evaluar la calidad de distintas SC.

*Disciplinas científicas.* Entre los trabajos seleccionados se abarcan las disciplinas científicas de Biología, Geología, Física, Química y Medio Ambiente. Las disciplinas más destacadas, véase la Tabla 5, son: Medio Ambiente (11), Biología (10) y Geología (10). Ello responde al habitual reconocimiento de las SC como un recurso didáctico propio de la Biología y la Geología (Costillo, Cañada, Conde y Cubero 2011; Orion 1993). No obstante, dada la necesidad de formar a la ciudadanía en materia medio ambiental en aras de crear conciencia y conductas responsables para cuidar el medio, el número de SC destinadas a esta disciplina científica ha crecido hasta el punto de ser la más recurrente.

El total de clasificaciones realizadas respecto a la disciplina asciende a 40, esto se debe a que los estudios 2, 8, 14 y 18 abarcan dos disciplinas científicas y el trabajo 37 se ocupa de tres disciplinas diferentes. Contrario a esto, el artículo 28 no especifica la disciplina abordada y en los estudios 29 y 30 no procede la clasificación en ninguna disciplina científica, dado que son trabajos destinados a la evaluación del diseño de varias SC.

**Tabla 5.** Disciplinas científicas en las que se realizan las SC.

<b>Disciplina</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Medio Ambiente	11	27.5%
Biología	10	25%
Geología	10	25%
Química	5	12.5%
Física	3	7.5%
No específica	1	2.5%
No procede	2	5.4%
Total	40	100%

*Contextos.* Las SC analizadas se realizan mayormente en espacios naturales (25.5%), como puede observarse en la Tabla 6. También, son frecuentes las SC destinadas a visitar museos y centros de investigación (23.2% entre ambos lugares), sobre ello Michie (1998) puntualiza que el mayor volumen de la literatura sobre esta línea de investigación proviene de las SC realizadas en museos y centros de investigación. Sin embargo, parece que actualmente la

tendencia ha cambiado a favor de los espacios naturales, lo que podría estar ligado a la irrupción de la disciplina científica de Medio Ambiente. Así, se han obtenido 43 clasificaciones según los contextos abordados, de forma que los estudios 16 y 17 visitaron dos contextos diferentes y los estudios 23 y 26 asistieron a tres y cuatro contextos distintos respectivamente. Además, se han identificado dos estudios que no identifican los contextos visitados (trabajos 7 y 31) y tres artículos donde no procede clasificarlos según el contexto, pues los estudios 29 y 30 se encargan de evaluar la calidad del diseño de varias SC sin experimentar la visita a ningún contexto, mientras que el estudio 36 analiza la predisposición del profesorado hacia la puesta en marcha de SC en la disciplina científica de Geología.

**Tabla 6.** Contextos en los que se realizan las SC.

Contexto	Frecuencia	Porcentaje
Espacio natural	11	25.5%
Museo	5	11.6%
Centro de investigación	5	11.6%
Espacio urbano	4	9.3%
Zoológico	3	7%
Universidad/Facultad	2	4.7%
Aula de naturaleza	2	4.7%
Empresas	2	4.7%
Acuario	1	2.3%
Depuradora	1	2.3%
Planetario	1	2.3%
Central nuclear	1	2.3%
No específica	2	4.7%
No procede	3	7%
Total	43	100%

A la luz de los resultados obtenidos al cruzar las variables disciplina científica y contexto, se ha identificado que el 40% de los trabajos que abordan la disciplina de Biología, el 50% de los de Geología y el 36% de los de Medio Ambiente desarrollan sus SC en espacios naturales (tales como: ríos, estanques, bosques...), siendo en estas disciplinas el contexto más visitado. En cuanto a los estudios sobre las disciplinas de Física y Química, estos prefieren realizar sus SC a centros de investigación, pues así ha ocurrido en el 66% y 40% de los trabajos que abordan estas disciplinas respectivamente. Sin embargo, se ha comprobado que el contexto más versátil para realizar SC respecto a la disciplina científica abordada es el aula de naturaleza, puesto que en este contexto se han trabajado las disciplinas de Biología, Geología, Química y Medio Ambiente.

### Metodologías de investigación

La Tabla 7 recoge las frecuencias y porcentajes de aquellos estudios que usan la metodología cuantitativa, cualitativa o método mixto. Asimismo, se ha encontrado cierta preferencia por el empleo de la metodología cualitativa, pues el 40.5% de los estudios seleccionados la utiliza.

**Tabla 7.** Metodologías empleadas en los artículos referidos a SC.

Metodología	Frecuencia	Porcentaje
Metodología cuantitativa	9	24.3%
Metodología cualitativa	15	40.5%
Método mixto	12	32.4%
No específica	1	2.7%
Total	37	100%

Este hecho contrasta con lo enunciado por Michie (1998), quien afirma que la mayoría de los trabajos relacionados con las SC emplean métodos cuantitativos. Por tanto, podría afirmarse que en esta línea de investigación se ha producido un cambio metodológico importante puesto

que entre aquellos artículos que emplean una metodología cualitativa y aquellos que usan un método mixto representan casi el 73% de la muestra. En este sentido, Amórtegui *et al.* (2016) coinciden, en su revisión, al resaltar la preferencia de los investigadores por métodos de carácter cualitativo para estudiar las concepciones y los conocimientos del profesorado sobre las SC. Ello puede responder a la tendencia expuesta por Gutiérrez (2008) en lo que al empleo de metodologías de la investigación se refiere en *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, y a las bondades que la metodología cualitativa ofrece al investigador que intenta acceder a las percepciones, emociones u otras cuestiones que necesitan del diálogo y la observación.

**Implicaciones educativas**

La Tabla 8 muestra la síntesis de aquellas implicaciones educativas sobre las SC aportadas por los artículos seleccionados, de forma que se han agrupado por núcleos temáticos y se han asociado al número asignado a cada artículo seleccionado según el *Anexa*

Respecto a las cinco categorías establecidas para clasificar las implicaciones educativas, entiéndanse: (1) emociones, motivación y actitudes; (2) adquisición y transferencia del conocimiento; (3) imagen de la ciencia; (4) factores que inciden en la calidad y el éxito de la SC; y (5) factores que limitan la realización de SC, se ha obtenido que el 76% (n = 28) de los artículos seleccionados aportan implicaciones educativas referentes a la primera categoría y/o segunda. Este hecho coincide con lo expuesto por Michie (1998), al afirmar que la mayoría de estudios ligados a las SC abordan el logro académico y las actitudes del alumnado.

**Tabla 8.** Síntesis de las implicaciones educativas relativas a SC.

Referidas a	Implicaciones educativas
Emociones, motivación y actitudes	- Incrementa el interés y la motivación por aprender ciencias (1, 4, 6, 8, 10, 11, 16, 17, 23, 26, 27, 33, 37).
	- No mejora el interés por las ciencias del alumnado (15, 35).
	- Promueven el interés por estudiar carreras científicas (17, 26).
	- Mejora la autoeficacia del alumnado (9).
	- Genera emociones positivas durante el aprendizaje de las ciencias (32).
Adquisición y transferencia del conocimiento	- Mejora la adquisición y comprensión de los contenidos científicos (1, 3, 6, 8, 9, 11, 15, 18, 21, 22, 23, 24, 31, 33, 35).
	- Eleva el rendimiento académico (26, 34).
	- Vincula los contenidos trabajados en el aula con el mundo real, permitiendo su aplicación y probando su utilidad (2, 3, 7, 11, 13, 16, 19, 21, 23, 24, 33, 35).
	- Proporciona un aprendizaje experiencial (1, 19, 22).
	- Contribuye al aprendizaje significativo duradero en el tiempo (1, 10, 21, 27, 32, 37).
Imagen de la ciencia	- Promueve un ambiente adecuado para el aprendizaje de las ciencias (3, 8, 23).
	- Fomenta la reflexión y el trabajo grupal (7, 18, 27).
	- Mejora las creencias del alumnado sobre la ciencia y su opinión hacia los científicos (26).

La contribución de la SC en el ámbito emocional, motivacional y social del aprendizaje es evidente según los resultados obtenidos. Ello también lo comprobaron Behrendt y Franklin (2014) al manifestar que la SC es una excelente oportunidad para motivar al alumnado hacia el aprendizaje de las ciencias. Asimismo, Hutson, Cooper y Talbert (2011) afirman que la SC podría impactar de forma positiva en el interés y en la futura decisión del alumnado por estudiar una carrera científica. Además, se han encontrado aportaciones que apuntan a la promoción de emociones positivas durante el aprendizaje de las ciencias (estudio 32), ello podría revertir que el alumnado experimente de forma habitual emociones negativas como el aburrimiento, el nerviosismo y la preocupación durante el aprendizaje de la Física y la Química (Dávila-Acedo 2017), dado que la forma de dar clase, el contenido abordado y la falta de trabajo práctico pueden ser los detonantes de las experiencias emocionalmente negativas del alumnado hacia el aprendizaje de las ciencias (Daschmann, Goetz y Stupnisky 2014).

Sin embargo, se han identificado dos estudios (15 y 35) que no obtuvieron mejoras respecto al interés del alumnado por aprender ciencias. La razón de esto puede atender a los detalles que estos mismos trabajos aportan, pues el alumnado participante partía con unos niveles considerables en lo que interés por las ciencias se refiere. Por tanto, parece oportuno aludir al «efecto techo» para justificar dichos resultados, al menos en esta ocasión.

En cuanto al aspecto cognitivo del aprendizaje, los resultados obtenidos vuelven a ser meridianos. Así, la SC se convierte en una herramienta didáctica que mejora la comprensión de los contenidos e incrementa el conocimiento del alumnado (Orion 1993; Orion 2007). Ello posibilitado por el aprendizaje experiencial (Lei 2010) y la conexión de lo aprendido con el mundo real (Behrendt y Franklin 2014), junto con el ambiente adecuado para aprender ciencias, el trabajo cooperativo y los procesos reflexivos generados por la SC.

**Tabla 8. Continuación**

Referidas a	Implicaciones educativas
Factores que inciden en la calidad y el éxito de la SC	- El tiempo del que disponen los docentes para la preparación y ejecución de la SC (25, 30, 33, 35).
	- La coordinación entre todas las partes implicadas (docentes, guías, padres...) (9, 20, 22, 25, 29, 30).
	- El grado de implicación del docente (25, 29, 28, 30).
	- La formulación de unos objetivos claros y concisos (12, 20, 29).
	- La estimulación de la participación activa del alumnado (4, 6, 29, 30).
	- La formación del profesorado sobre la gestión, el diseño y la ejecución de SC (14, 22).
	- El compromiso de los organizadores de la SC influye en el nivel de compromiso, actitud y motivación del alumnado (21).
	- La conexión de la SC con el currículum (10, 20, 27).
	- La SC es un recurso didáctico versátil, pues puede adaptarse al contexto que rodea cada institución educativa (5).
	- La metodología de enseñanza empleada, alejándose esta de las tradicionales (10, 30, 33).
Factores que limitan la realización de SC	- La realización de SC depende de las experiencias anteriores del profesorado y de su conexión con el temario (36).
	- Las principales razones por las que el profesorado decide no realizar SC son: falta de recursos y de formación (36).
	- La burocracia y la excesiva carga laboral de los docentes (31).
	- Se necesita una supervisión exhaustiva al realizarse fuera del recinto escolar (4).

Finalmente, se han hallado algunos factores que pudieran determinar la calidad y el éxito de una SC, e incluso limitar su práctica. En este sentido, Jarvis y Pell (2005) confirman que el compromiso y el entusiasmo hacia la ciencia del profesorado está estrechamente relacionado con la promoción de actitudes positivas en el alumnado durante una SC. También, se alude a la formación y experiencia del profesorado sobre SC (Behrendt y Franklin 2014), la preparación de la SC (coordinación, implicación y objetivos) y a la inclusión de este tipo de actividades en el plan de estudios para conseguir una SC de calidad y exitosa (Orion y Hofstein 1994). Además, el éxito de la SC precisa de un enfoque didáctico en el que se promueva la participación del alumnado (Behrendt y Franklin 2014), la iniciativa y la indagación, así como reducir la cantidad de información a transmitir durante dicha actividad (Roldán, Ulloa, Vargas, Chura y Pacheco 2017). Por otro lado, aquellos factores limitantes encontrados están muy relacionados con la percepción del profesorado sobre las SC, pues las consideran un trabajo y una dedicación extra (Rebar y Enochs 2010) y por la situación laboral que les envuelve, como son: el número de alumnos por aula, los aspectos económicos y burocráticos, la escasez de materiales didácticos sobre estas actividades y la responsabilidad civil (Rebello *et al.* 2011).

## Conclusiones

La revisión de la literatura realizada aporta, por un lado, el desarrollo de la línea de investigación que forma el estudio de las SC como recurso didáctico en el área de DCE; y por otro, la síntesis de las principales implicaciones educativas. De este modo, respecto a las preguntas de investigación enunciadas, podemos concluir que:

*Pregunta 1.* La producción científica sobre SC en el periodo temporal analizado (2000-2017) tiene una tendencia positiva, en consecuencia, más de la mitad de los artículos seleccionados en esta revisión sistemática han sido publicados entre 2012 y 2017. Por tanto, parece que la investigación sobre las SC como recurso didáctico en DCE es incipiente.

*Pregunta 2.* A pesar de existir una amplia relación de autores que ostentan publicaciones sobre la línea de investigación considerada, el número de autores con una producción considerable es escaso. En este sentido, R.T. Tal y O. Morag se sitúan como las autoras más prolíficas. Tan es así, que a partir de la autora R.T. Tal se configura el único grupo de investigación identificado. No obstante, el grado de colaboración obtenido es superior al índice medio calculado para la DCE, pudiendo concluir que la investigación sobre SC requiere mayor grado de colaboración que otras líneas de investigación.

*Pregunta 3.* El número de países donde se llevan a cabo los trabajos es amplio, pero entre ellos resaltan Estados Unidos e Israel, lo cual los sitúa como pioneros en esta línea de investigación. Respecto a la etapa educativa, una vez más podemos asentir que la Educación Infantil no suele ser considerada para las investigaciones de DCE, mientras que la Educación Primaria ha sido la etapa a la que más investigaciones se le han dedicado. Además, este estudio vuelve a confirmar la preferencia de las SC como recurso didáctico para enseñar Biología y Geología. Aunque, la cifra de trabajos destinados a abordar el Medio Ambiente es la mayor, hecho que podría ser indicador de la importancia de concienciar al alumnado sobre las acuciantes problemáticas medio ambientales. En cuanto al contexto, se puede alegar que el contexto más frecuente para desarrollar una SC es el medio natural, pero las aulas de naturaleza parecen el contexto más versátil para trabajar las distintas disciplinas científicas.

*Pregunta 4.* Se podría sostener que en el siglo XXI se ha producido un cambio metodológico en la investigación en DCE, o al menos en la línea de investigación estudiada, pues la metodología cualitativa ha sustituido a la cuantitativa como la más utilizada.

*Pregunta 5.* Las implicaciones educativas identificadas esbozan un panorama alentador para la implementación de las SC como recurso didáctico para enseñar ciencias, dados los beneficios aportados en aspectos motivacionales y afectivos, como en los cognitivos que componen el proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollado entre el binomio alumno-profesor. No obstante, se ha de prestar especial atención a aquellos factores que pudieran incidir en el desarrollo de la SC, tales como: el compromiso y la formación del profesorado, los quehaceres burocráticos, la metodología de enseñanza empleada y rol otorgado al alumnado.

Finalmente, a la luz de los resultados, parece oportuno abogar por un cambio en la consideración de las SC, tanto desde la perspectiva del profesorado como de la política educativa. Asimismo, sería conveniente que las SC pasaran de ser una actividad extra-curricular y esporádica a ser incluidas en el marco curricular y consideradas como un recurso didáctico adecuado y efectivo para enseñar ciencias.

## Referencias

Allen S. (2004) Designs for Learning: Studying Science Museum Exhibits That Do More Than Entertain. *Science Education* 88(1), 17-33.

- Álvarez-Piñeros D., Vásquez-Ortiz W.F., Rodríguez-Pizzinato L.A. (2016) La salida de campo, una posibilidad en la formación inicial docente. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* 31, 61-78.
- Amórtégui E., Gavidia V., Mayoral O. (2016) Las prácticas de campo en la enseñanza de la Biología y la formación docente: Estado actual del conocimiento. *Actas de los XXVII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (7-9 de septiembre) 175-182. Badajoz, España. Recuperado el 12 de abril de 2018 de <http://www.apice-dce.com/sites/default/files/XXVII%20Actas.pdf>
- Anta C., Pérez J.M. (2007) *La producción científica sobre Didáctica de las Ciencias. IV Congreso de Comunicación Social de la Ciencia*. Madrid: CSIC.
- Behrendt M., Franklin T. (2014) A Review of Research on School Field Trips and Their Value in Education. *International Journal of Environmental & Science Education* 9, 235-245.
- Braund M., Reiss M. (2006) Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education* 28(12), 1373-1388.
- Cañas A., Martín-Díaz M.J. (2010) ¿Puede la competencia científica acercar la ciencia a los intereses del alumnado? *Alambique* 66, 80-87.
- COSCE-Confederación de Sociedades Científicas de España (2011) *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Madrid: COSCE. Recuperado el 29 de noviembre de 2017, de [http://www.cosce.org/pdf/Informe\\_ENCIENDE.pdf](http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf)
- Costillo E., Cañada F., Conde M.C., Cubero J. (2011) Conceptions of prospective teachers on nature field trips in relation to own experiences as pupils. *9th Conference of the European Science Education Research Association*. Lyon: Francia.
- Daschmann E., Goetz T., Stupnisky R. (2014) Exploring the antecedents of boredom: Do teachers know why students are bored? *Teaching and Teacher Education* 39, 22-30.
- Dávila-Acedo M.A. (2017). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14(3), 570-586.
- Del Toro R., Morcillo J.G. (2011) Las actividades de campo en educación secundaria. Un estudio comparativo entre Dinamarca y España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 19(1), 39-47.
- Dewey J. (2008) *The school and society*. Delhi: AAKAR Books.
- DeWitt J., Storksdieck M. (2008) A Short Review of School Field Trips: Key Findings from the Past and Implications for the Future. *Visitor Studies* 11(2), 181-197.
- Dillon J., Rickinson M., Teamey K., Morris M., Choi M.Y., Sanders D., Benefield, P. (2006) The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere. *School Science Review* 87, 107-111.
- Eshach H. (2007) Bridging in-school and out-of-school learning: Formal, non-formal, and informal learning. *Journal of Science Education and Technology* 16(2), 171-190.
- Fernandes I.M.B., Pires D.M., Delgado-Iglesias J. (2018) ¿Qué mejoras se han alcanzado respecto a la Educación Científica desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente en el nuevo Currículo Oficial de la LOMCE de 5º y 6º curso de Primaria en España? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(1), 1101.

- Gair N.P. (1997) *Outdoor education. Theory and Practice*. London and Wellington: Cassel.
- Guisasola J., Morentín M. (2007) ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones. *Enseñanza de las Ciencias* 25(3), 401-414.
- Gutiérrez J. (2008) Tendencias metodológicas contemporáneas de la investigación en Didáctica de las Ciencias. Actas del XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales (9-12 de septiembre) 1284-1308. Almería, España. Recuperado el 12 de abril de 2018 de <http://www.apicede.com/sites/default/files/APICEACTAS/23EDCEAlmeria2008.pdf>
- Hunt M. (1997) *How science takes stock: The story of meta-analysis*. Nueva York: Russell Sage Foundation.
- Hutson T., Cooper S., Talbert, T. (2011) Describing connections between science content and future careers: Implementing Texas curriculum for rural at-risk high school students using purposefully-designed field trips. *Rural Educator* 31, 37-47.
- Jarvis T., Pell A. (2005) Factors influencing elementary school children's attitudes toward science before, during, and after a visit to the UK National Space Centre. *Journal of Research in Science Teaching* 42(1), 53-83.
- Kisiel J. (2005) Understanding elementary teacher motivations for science fieldtrips. *Science Education* 89(6), 936-955.
- Krepel W.J., Durrall C.R. (1981) *Field trips: A guideline for planning and conducting educational experiences*. Washington, DC: National Science Teachers Association.
- Lei S.A. (2010) Assessment practices of advanced field ecology courses. *Education* 130(3), 404-415.
- Mason J.L. (1980) Annotated bibliography of field trip research. *School Science and Mathematics* 80(2), 155-166.
- Michie M. (1998) Factors influencing secondary science teachers to organise and conduct field trips. *Australian Science Teacher's Journal* 44, 43-50.
- National Research Council (2001) *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- Orion N. (1993) A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum. *School Science and Mathematics* 93(6), 325-331.
- Orion N. (2001). A educação em Ciências da Terra: da teoria à prática-implementação de novas estratégias de ensino em diferentes ambientes de aprendizagem, pp. 93-114 en Marques L., Praia, J. (Coords.) *Geociências nos currículos dos ensinos básico e secundário*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Orion N. (2007) A Holistic Approach for Science Education for All. *Eurasia Journal of Mathematics Science & Technology Education* 3(2), 99-106.
- Orion N., Hofstein A. (1994) Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment. *Journal of Research in Science Teaching* 31, 1097-1119.
- Pedretti E. (2003) Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: Preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes, pp. 219-239 en Zeidler D.L. (Ed.) *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.

- Pedrinaci E. (2012) Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique* 71, 81-89.
- Peiró J.M. (1981) Colegios invisibles en Psicología, pp. 53-78 en Carpintero H., Peiró J.M. (dirs.), *Psicología contemporánea*. Valencia: Alfaplus.
- Pro A., Rodríguez J. (2010) Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 385-406.
- Rebar B.M., Enochs L.G. (2010) Integrating environmental education field trip pedagogy into science teacher preparation, pp. 111-126 en Bodzin A., Klein B.S., Weaver S. (Eds.) *The inclusion of environmental education in science teacher education*. Netherlands: Springer.
- Rebelo D., Marqués L., Costa N. (2011) Actividades en ambientes exteriores al aula en la Educación en Ciencias: contribuciones para su operatividad. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 19(1), 15-25.
- Rickinson M., Dillon J., Teamey K., Morris M., Choi M.Y., Sanders D., et al. (2004) *A review of research on outdoor learning*. Shrewsbury, UK: National Foundation for Educational Research and King's College.
- Rocard M. (Chair) (2007) Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. European Commission. Recuperado el 29 de noviembre de 2017, de <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/PdfServlet?pdf=VP15136.pdf&area=E>
- Roldán A.I., Ulloa D., Vargas L., Chura Z., Pacheco L.F. (2017) Comparación entre recorridos guiados tradicionales y recorridos guiados indagatorios en el Museo Nacional de Historia Natural, La Paz-Bolivia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14(2), 367-384.
- Sánchez-Meca J., Botella J. (2010) Revisiones sistemáticas y meta-análisis: Herramientas para la práctica profesional. *Papeles del Psicólogo* 31(1), 7-17.
- Solbes J. (2011) ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique* 67, 53-61.
- Sorrentino A.V., Bell P.E. (1970) A comparison of attributed values with empirically determined values of secondary school science field trips. *Science Education* 54(3), 233-236.
- Tal R.T., Morag O. (2009) Reflective Practice as a Means for Preparing to Teach Outdoors in an Ecological Garden. *Journal of Science Teacher Education* 20(3), 245-262.

**Anexo I: Referencias bibliográficas de los artículos seleccionados**

- (1) Aksüt P., Doğan N., Bahar, M. (2016) If you change yourself, the world changes: the effect of exhibition on preservice science teachers' views about global climate change. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 12(12), 2933-2947.
- (2) Aubrecht K.B., Padwa L., Shen X., Bazargan G. (2015) Development and Implementation of a Series of Laboratory Field Trips for Advanced High School Students To Connect Chemistry to Sustainability. *Journal of Chemical Education* 92(4), 631-637.
- (3) Bauede T.L., Park T.D. (2012) Experiential learning enhances student knowledge retention in the plant sciences. *HortTechnology* 22(5), 715-718.
- (4) Birnbaum S. (2004) Overcoming the limitations of an urban setting through field-based earth systems inquiry. *Journal of Geoscience Education* 52(5), 407-410.
- (5) D'Alessio M.A. (2012) Schoolyard geology as a bridge between urban thinkers and the natural world. *Journal of Geoscience Education* 60(2), 106-113.
- (6) Dohn N.B. (2013) Upper secondary students' situational interest: A case study of the role of a zoo visit in a biology class. *International Journal of Science Education* 35(16), 2732-2751.
- (7) Dori Y.J., Tal R.T. (2000) Formal and informal collaborative projects: Engaging in industry with environmental awareness. *Science Education* 84(1), 95-113.
- (8) Esteves H., Ferreira P., Vasconcelos C., Fernandes I. (2013) Geological fieldwork: A study carried out with Portuguese secondary school students. *Journal of Geoscience Education* 61(3), 318-325.
- (9) Fauzi A., Rizman Z.I. (2015) Field Trip Education Approach Beyond Classroom: Microwave Course Case. *Mediterranean Journal of Social Sciences* 6(4), 89-94.
- (10) Henriques M.H., Tomaz C., Sá A.A. (2012) The Arouca Geopark (Portugal) as an educational resource: a case study. *Episodes* 35(4), 481-488.
- (11) Hudak P.E. (2003) Campus field exercises for introductory geoscience courses. *Journal of Geography* 102(5), 220-225.
- (12) Judson E. (2011) The impact of field trips and family involvement on mental models of the desert environment. *International Journal of Science Education* 33(11), 1455-1472.
- (13) Kamatainen A.M., Metcalf S., Grotzer T., Browne A., Mazzuca D., Tutwiler M.S., Dede C. (2013) EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education* 68, 545-556.
- (14) Kean W.F., Enochs L.G. (2001) Urban field geology for K-8 teachers. *Journal of Geoscience Education* 49(4), 358-363.
- (15) Knapp D., Bartie E. (2001) Content evaluation of an environmental science field trip. *Journal of Science Education and Technology* 10(4), 351-357.
- (16) Lebo N., Eames C. (2015) Cultivating Attitudes and Trellising Learning: A Permaculture Approach to Science and Sustainability Education. *Australian Journal of Environmental Education* 31(1), 46-59.
- (17) Levine M., Serio N., Radaram B., Chaudhuri S., Talbert W. (2015) Addressing the STEM gender gap by designing and implementing an educational outreach chemistry camp for middle school girls. *Journal of Chemical Education* 92(10), 1639-1644.
- (18) Lima A., Vasconcelos C., Félix N., Barros J., Mendonça A. (2010) Field trip activity in an ancient gold mine: Scientific literacy in informal education. *Public Understanding of Science* 19(3), 322-334.
- (19) Malbrecht B.J., Campbell M.G., Chen Y.S., Zheng S.L. (2016) Teaching Outside the Classroom: Field Trips in Crystallography Education for Chemistry Students. *Journal of Chemical Education* 93(9), 1671-1675.
- (20) Morag O., Tal R.T. (2012) Assessing learning in the outdoors with the field trip in natural environments (FiNE) framework. *International Journal of Science Education* 34(6), 745-777.
- (21) Nadelson L.S., Jordan J.R. (2012) Student attitudes toward and recall of outside day: An environmental science field trip. *Journal of Educational Research* 105(3), 220-231.
- (22) Patrick P., Mathews C., Tunnicliffe S.D. (2013) Using a field trip inventory to determine if listening to elementary school students' conversations, while on a zoo field trip, enhances preservice teachers'

- abilities to plan zoo field trips. *International Journal of Science Education* 35(15), 2645-2669.
- (23)Peteman K.E. (2008) Field trips put chemistry in context for non-science majors. *Journal of Chemical Education* 85(5), 645.
- (24)Puhek M., Perše M., Šorgo A. (2012) Comparison between a real field trip and a virtual field trip in a nature preserve: knowledge gained in Biology and Ecology. *Journal of Baltic Science Education* 11(2), 164-174.
- (25)Robertson A. (2007) Development of shared vision: Lessons from a science education community collaborative. *Journal of Research in Science Teaching* 44(5), 681-705.
- (26)Stevens S., Andrade R., Page M. (2016) Motivating Young Native American Students to Pursue STEM Learning Through a Culturally Relevant Science Program. *Journal of Science Education and Technology* 25(6), 947-960.
- (27)Sturm H., Bogner F.X. (2010) Learning at workstations in two different environments: A museum and a classroom. *Studies in Educational Evaluation* 36(1), 14-19.
- (28)Tal R.T., Bamberger Y., Morag O. (2005) Guided school visits to natural history museums in Israel: Teachers' roles. *Science Education* 89(6), 920-935.
- (29)Tal R.T., Lavie Alon N., Morag O. (2014). Exemplary practices in field trips to natural environments. *Journal of Research in Science Teaching* 51(4), 430-461.
- (30)Tal R.T., Morag O. (2007) School visits to natural history museums: Teaching or entrenching? *Journal of Research in Science Teaching* 44(5), 747-769.
- (31)Tal R.T., Morag O. (2013) A longitudinal study of environmental and outdoor education: A cultural change. *Journal of Research in Science Teaching* 50(9), 1019-1046.
- (32)Townsend V., Urbanic J. (2013) Industrial field trips: An integrated pedagogical framework of theory and practice. *International Journal of Engineering Education* 29(5), 1155-1165.
- (33)Tretinjak C.A., Riggs E.M. (2008) Enhancement of geology content knowledge through field-based instruction for pre-service elementary teachers. *Journal of Geoscience Education* 56(5), 422-433.
- (34)Whitesell E.R. (2016) A day at the museum: The impact of field trips on middle school science achievement. *Journal of Research in Science Teaching* 53(7), 1036-1054.
- (35)Wünschmann S., Wüst-Ackermann P., Randler C., Vollmer C., Itzek-Greulich H. (2017) Learning Achievement and Motivation in an Out-of-School Setting—Visiting Amphibians and Reptiles in a Zoo Is More Effective than a Lesson at School. *Research in Science Education* 47(3), 497-518.
- (36)Zamalloa T., Sanz J., Maguregi G., Fernández M.D., Echevarría I. (2014) Acercar la geodiversidad a través de las salidas de campo en la ESO. Una investigación con el profesorado de ciencias de Bizkaia. *Enseñanza de las ciencias* 32(3), 443-467.
- (37)Zoldosova K., Prokop P. (2006) Education in the field influences children's ideas and interest toward science. *Journal of Science Education and Technology* 15(3-4), 304-313.

## 2.4. Artículo 3<sup>4</sup>

### What Effects do Didactic Interventions have on Students' Attitudes towards Science? A Meta-Analysis

David Aguilera<sup>1</sup> and F. Javier Perales<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Corresponding author: University of Granada, Campus Universitario Cartuja, no number, 18011, davidaguilera@ugr.es, ORCID: 0000-0002-7996-9097

<sup>2</sup>University of Granada, Campus Universitario Cartuja, no number, 18011, ORCID: 0000-0002-6112-2779

**Abstract** Improving the attitudes of students towards science is one of the main challenges facing the teaching of the subject. The main objective of this study is to analyze the effect of students' attitudes towards science through different didactic interventions. The bibliographic search was carried out via the Web of Science database, specifically in the Education & Educational Research category, obtaining a population of 374 articles published between 2006 and 2016. We included studies with pre-experimental or quasi-experimental design that used pretest and posttest phases. Following the application of the inclusion criteria, 24 articles were selected with which a random effects meta-analysis was adopted, obtaining an average effect size of 0.54. Three moderating variables were analyzed, with a significant correlation between the type of teaching strategy and the effect of the attitude toward Science ( $Q = 23.17$ ;  $df = 8$ ;  $p < .01$ ;  $R^2 = 0.05$ ). The educational implications are mainly due to the importance of the teaching / learning strategy used in science education in the development of positive attitudes towards the subject, and the need to increase the number of Didactic Interventions that contemplate students' attitudes toward science as a study variable is also advocated.

**Keywords** Science Education; Attitude towards Science; Didactic Interventions; Meta-Analysis

#### Introduction

The evaluation of attitudes towards Science has been collected in numerous works and the scientific production related to this subject has followed an ascending profile in recent decades (Osborne, Simon & Collins, 2003). This fact denotes the preoccupation of the teaching of the Sciences by this dimension and, therefore, the educational challenge that supposes the promotion of positive attitudes toward Science, a research subject which according to Osborne et al. (2003) should be given priority in educational research. Thus, the impairment to interest in Science of students in particular, and of the population in general, leads us towards a society with less and less scientific vocation. In reference to this, Jenkins (2006) concludes that students are aware of the relevance of Science in society, a fact that does not translate into the number of students on degree courses of a scientific nature. We are truly facing an inescapable problem for the teaching of science today.

In response to the problem described, one of the most ambitious projects related to attitudes towards science emerges, the ROSE project (Schreiner & Sjøberg, 2004; Sjøberg & Schreiner, 2010). This international undertaking had a diagnostic purpose, since the intention was to quantify the attitude towards science of students from different countries, and to relate this variable to other variables of interest (e.g. gender, national economic development...). Thus, one of the conclusions drawn reinforces the aforementioned points, and draws attention to the fact that students in developed countries know the relevance of the sciences but, in general, they decide not to continue studying them at post-compulsory levels, a fact quite contrary to what is occurring in those countries in the process of development, where the majority decide to continue studying science at the higher levels.

Disenchantment among students in science could be linked to activities, explanations or other actions that occur in science classes, which may not be especially attractive to students of all ages (Stark & Gray, 1999). Therefore, it is preminent to review the results produced by the didactic interventions carried out in the science subjects at the different levels of education, in

<sup>4</sup> Se presenta la versión aceptada del artículo, la versión publicada en *Research in Science Education* puede consultarse en: <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9702-2>

order to know the most effective teaching / learning strategies in the promotion of positive attitudes towards the sciences among students.

The purpose of this study was to analyze the didactic interventions (DIs) developed in the different educational stages, which explicitly contemplate student attitudes toward Science as a study variable. Thus, with this meta-analysis study, we intend to answer a series of questions related to DI that meet the challenge of improving students' attitudes towards Science:

- How many didactic interventions were carried out between 2006 and 2016? Where? What didactic models do they use and what educational implications do they have?
- What effect do the different modalities of didactic interventions have on attitudes towards Science? Do they have a similar effect? If not, did the didactic strategy adopted affect the effect produced?
- What factors of the didactic intervention influence attitudes toward Science?

The structure that has been followed for this article attends first to the development of those concepts related to the study, namely: attitudes towards Science and the role of DI in improving students' attitudes towards Science. Subsequently, the methodology followed in the meta-analysis is described. Next, the results obtained are presented, taking into account the scientific production, educational stage, country where the DIs are carried out, concepts included in their theoretical framework and educational implications and analysis of the effects that DIs produce. Finally, the results are discussed and conclusions are drawn.

## **Theoretical Framework**

### ***Attitude towards Science***

Everyone has an opinion that makes him or her take a position for or against different topics and, consequently, affects his or her interest in them, as occurs with Science and Technology. In this sense, the general population has an opinion towards Science that determines its attitude towards it. However, since attitudes are part of people throughout their lifetime they are malleable, and may even be substantially modified (Schwarz, 2007).

More specifically, for Koballa and Glynn (2007) the attitude towards Science is the disposition, tendency and positive or negative inclination towards learning Science. In relation to this, in their study Spall, Dickson and Boyes (2004) point out the need to distinguish between the different branches of Science to measure attitudes towards them, given the conceptual breadth we can find when referring to attitudes towards Science (Harvard, 1996). In this sense we can talk about students' attitudes toward Science in general or attitudes towards particular scientific areas (biology, chemistry, physics and geology); towards specific moments (learning of science and teaching of science); or in different contexts that have links with science (environment, scientific experiments, among others). This has allowed educational research, for example, to show that students have a different level of interest in biology, physics or chemistry (Barnes, McNemey & Marsh, 2005, Murphy & Whitelegg, 2006, Osborne & Collins 2001; Spall et al., 2004) or that girls tend to be more interested in the biological sciences than in physics or chemistry (Gardner, 1975; Stark & Gray, 1999, Warrington & Younger, 2000).

In the academic field, it has been shown that students' interest in learning science declines as they grow and consequently progress in the different educational stages (Barmby, Kind & Jones, 2008, George, 2000; Kelly, 1986; Osborne, et al. Pell & Jarvis, 2001; Vedder-Weis & Fortus, 2011). This deterioration in attitudes towards Science can affect academic performance in subjects of this nature, the way of thinking and acting, the image of Science and, as a consequence, the future number of students in higher education (Pro & Pérez, 2014). One of the most studied variables has been the genre of students as a moderator in the interest in Science, with the usual conclusion that girls have a lower level of interest in science than boys (Jenkins & Pell, 2006; Osborne et al. Al., 2003). Finally, and focusing on the objectives of this study, the teaching / learning method used in the science class has also been considered as a moderating variable for attitude toward Science (Johnson & Brooker, 1985; Osborne et al., 2003).

### *Importance of the Didactic Intervention to improve attitude towards Science*

Some countries, because of growing concerns about science performance and attitudes towards science, are developing intervention programs to improve both dimensions (Watters & Diezmann, 2003). These interventions can be widespread across much of the country, as in Greece (Koutalidi, Psallidas & Scoullou, 2016), or in specific educational centers, the most common practice.

The DIs are developed in the different educational stages, but most of them take place in the upper stages, Secondary Education and University, whereas the number is considerably lower in Primary Education and, above all, in Early Childhood Education (Pro & Rodríguez, 2010). This situation is contrary to the conclusions drawn by educational research, since it is considered that scientific education should begin in the first years of schooling (Eshach & Fried, 2005), teaching at these ages to create habits and attitudes (Worth, 2010).

Consequently, the teaching / learning strategies used should be one of the elements to which most attention is paid by institutions and teachers, since the role they play in the development of positive attitudes towards science seems to be very relevant (Tolstrup, Møller & Ulriksen, 2014). Although the number of didactic strategies is very broad, some of them are used more frequently in Didactics of Experimental Sciences (DES), especially those that have similar characteristics to the nature of the sciences. It is common for them to adopt a socio-constructivist orientation based on the theory developed by Vigotsky, giving importance to the social component of learning, to the interest of students and placing it at the center of the teaching-learning process (Palmer, 2005), as well as providing an active role for students (Lemke, 2001).

We will briefly discuss some of the strategies mentioned and contrast them in the papers analyzed:

#### *Inquiry-based teaching*

The first references to the concept of inquiry date from the beginning of the twentieth century through the theories promoted by John Dewey, in order to modify the rote and theoretical tendency adopted in the teaching / learning of sciences in favour of another that was capable of developing the positive attitudes and skills needed for science (NRC, 2000). Since then, the use of inquiry-based education has grown in DES. However, defining this teaching / learning strategy is an arduous task due to the lack of consensus in arriving at a clear definition, but the acceptance of some basic characteristics is generalized: (1) promoting critical thinking; (2) developing strategies to motivate student learning; and (3) fostering the acquisition of scientific skills (Barrow, 2006).

In 1996, the National Research Council of the United States (NRC, 1996) defined inquiry from two points of view: the first refers to the activities carried out by scientists in order to study the natural world and propose explanations based on the evidence of their work, whereas the second refers to those activities students perform in order to develop their knowledge and understanding of scientific ideas. Martin-Hansen (2002) corroborates the above definition by stating that inquiry refers either to the researcher's efforts to study the world or to the imitation activities that students perform in scientific studies and research.

The definition of inquiry usually contemplates those tasks that the student must perform (such as the two previously discussed), forgetting the role that teachers should acquire in this type of teaching / learning. In relation to this, Anderson (2007) argues for the need to include the role of the teacher in the definition of inquiry, which in his view should include three visions: (1) the work of scientists; (2) what students do and learn in science class; and (3) the knowledge and know-how of teachers in the science classroom.

According to Gibson and Chase (2002), inquiry-based teaching obtains better results than conventional didactic methods, because as opposed to the passive reception of knowledge associated with traditional learning, inquiry brings activity on the part of students to the teaching / learning. Thus, this didactic strategy is based on the learning of Science as an open and research process, where observation and experience are essential components (Edelson,

Gordin & Pea, 1999). On the other hand, Minner, Levy and Century (2010) show that the adoption of an investigatory approach in the teaching of science, if carried out effectively, enables the achievement of objectives such as: (1) understanding of ideas and the nature of science; (2) acquisition of scientific competencies and scientific attitudes, as well as positive attitudes towards science; and (3) skills that promote lifelong learning.

#### *Context-based teaching*

In recent years, there has been an emergence of the use of context and the inclusion of different applications of science as a way of developing scientific competence in students (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007), which is a situation that has led several countries to show a high interest in including real world contexts in science education within their educational reforms (Roehrig, Kruse & Kern, 2007; Millar, 2007).

Context-based teaching is defined by Bennett et al. (2007) as the teaching / learning approach where the context and applications of science are taken as the starting point for the development of students' scientific knowledge. In this regard, Aikenhead (1994) defines the Science-Technology-Society (STS) approach as one that emphasizes the links that unite Science, Technology and Society in a way that allows Science and Technology to be approached from a social perspective. Thus, one can find allusions to this type of teaching / learning strategy that use the context-based teaching concept or STS approach, since the former seems to be more widely used in Europe and the latter is preferred in North America (Bennett et al., 2007).

From the pedagogical point of view, context-based teaching has a humanistic perspective of school science, and is a differentiator of traditional teaching (Aikenhead, 2005). At the same time, Roberts (2007) describes two visions that are adopted when teaching through real and everyday contexts for students: (1) looking inwards to Science, in reference to concepts, theories, etc.; and (2) looking outwards in reference to the social role that Science also plays. All of this, together with the choice of suitable contexts, will lead to an increase in students' interest in learning, since the use of everyday contexts for this group has a considerable potential to generate interest both intrinsically and extrinsically among them (Fensham, 2009). Therefore, the use of real contexts and the inclusion of certain applications of Science in the social field denote an active and experiential character in the student's role. Thus, this didactic strategy is able to generate links between academic contents and the daily life of students, because the context is understood as a complex problem, relevant and close, which in turn allows them to see the usefulness of the contents and increase their intrinsic motivation (Birch, 1986).

#### *Model-based teaching*

A model is popularly understood as a representation of some "thing". From early ages, children handle this concept by playing with their soft toys and miniatures, visiting museums, and playing games. In the educational field, the situation is not different, since models or representations are usually used to explain, exemplify or describe the content of a theoretical and/or practical nature, understand thus the exemplification of the water cycle through a scheme or representation of the atomic model of Bohr by means of a drawing or model. These common situations in the teaching of science have been discussed from different fields (philosophy of science, psychology, education ...) arriving at the general acceptance that a model is a representation of an object, situation, process and even idea with a specific purpose (Gilbert, Boulter & Elmer, 2000).

The most frequently used models in science teaching are drawings, models, simulations and analogies. However, regardless of the type of model we use during the teaching / learning process, all of them are effective in facilitating students' understanding of science content (Justi, 2006). In view of the effectiveness of model-based teaching in science education, researchers such as Clement and Rea-Ramirez (2008) emphasize the importance of using this teaching / learning strategy in scientific literacy, given that the modelling process requires students to go beyond merely memorizing facts and definitions and construct explanations of scientific

phenomena, define problems, and seek sources of information. This fact contributes to involving students in their teaching / learning process, as it favours action and critical thinking in the learning of science (Maia & Justi, 2009).

Furthermore, we must attend to the role, the knowledge and capacities of the teacher when using models-based teaching, since it all has an influence on the effectiveness of the teaching / learning strategy employed. Thus, Justi (2009) states that the way in which teachers conduct modelling activities is closely related to their knowledge of this approach. This is not very encouraging in terms of its use in the classroom, since some authors such as Justi and Gilbert (2002) reveal that, generally, teachers are not competent in teaching through models.

#### *Teaching assisted by computers or other multimedia materials*

The use of computers or other multimedia materials in classrooms has been gaining popularity in parallel with the technological development that has taken place in recent years. The rise of this type of didactic strategy goes some way to cover the deficiencies of traditional teaching and the high level of memorization and, conversely, low level of action associated with more conventional methods. Thus, Çepni, Taş and Köse (2006) emphasize that these factors can undermine students' attitudes toward science, placing the use of technologies as an ideal resource for scientific education (Chang, 2001) and in tune with the age in which we live, denominated the digital age.

There are a number of benefits that can be provided by technology-assisted and, in addition, they have high pedagogical value. Following Williams, Linn, Ammon and Gearhart (2004), the use of technology facilitates the construction of knowledge in the classroom and gives the teacher an opportunity to provide more individualized attention. In addition, using multimedia and interactive materials favours the development of decision-making, communication and problem-solving skills (Whitworth & Berson, 2003). Furthermore, Alles and Trollip (1991) point out that the capacity to improve science education is high when using technology as a didactic resource, since simulations can be performed that clarify those more abstract concepts or design simulations of experiments that in real life would be dangerous or difficult to execute.

#### *Other teaching strategies: project-based teaching, cooperative learning and creative drama*

In view of the poor levels of interest in learning science that students usually possess, educators and researchers have identified the teaching / learning methodology used in science education, which is usually of a traditional nature, as a determining factor (Krajcik & Blumenfeld, 2006). In response, many researchers and educators have been interested in developing project-based science education (O'Neil & Polman, 2004). This didactic strategy has a series of characteristics that differentiate it from other types of didactic strategies, such as those described by Bell (2010): (1) students' concerns are taken into account, starting from their teaching / learning process; (2) focuses on the student; (3) the teacher acts as a guide; (4) the completion of a project is a research / inquiry; (5) the final objective is to disseminate the results obtained. So, this same author affirms that project-based learning is often used in science subjects and that, in addition, it usually includes problems of a social-scientific nature. However, we consider it convenient to discern between project-based learning, inquiry-based learning and context-based learning, as there are two significant differences that set them apart, since project-based learning finds its genesis in a question, which comes from the restlessness of the students, it involves students in the design, problem solving, decision taking, and research activities, affording a certain degree of autonomy, ending in the diffusion of the obtained results (Jones et al. 1997; Thomas et al. 1999). In short, project-based science education has a participatory and collaborative context as its basic principles, as well as an interest on the part of students in learning science (Krajcik & Mamlok-Naaman, 2006).

In contrast, cooperative learning is a teaching / learning strategy used extensively in science teaching, given the environment of dialogue and collaboration it generates. This fact engages the students, fostering the collective construction of knowledge and critical thinking in a way very similar to how the scientific community acts (Ford & Forman, 2015). Thus, using

this didactic strategy in the classroom allows students to demonstrate their knowledge, to listen, to observe, to reflect and to learn from other partners in a climate of collaboration (Brown, 2003), ultimately fostering the creation of positive attitudes towards science in students (Hufford, 1991).

Finally, the use of dramatization as a didactic strategy is increasing in science teaching, with role play presented as an opportunity to involve the senses and the emotions of the students in the teaching / learning process. Kamen (1991) describes creative drama as a process based on spontaneity and group collaboration, which uses the imagination to involve both pupils and teachers and, in turn, give meaning to abstract scientific concepts. This fact gives creative drama the ability to use critical thinking, to raise understanding of scientific concepts at a deeper level (Walsh and Edwards, 2009) and to apply the learned content to new problems or different scenarios (Ariel, 2007) . In relation to this, the inclusion of creative drama as a didactic resource would have to be held in high esteem, given the potential of the game as a didactic resource, since this could facilitate the learning of science by providing experiences and giving value to the learning acquired outside the classroom (Koballa, 1995). All these characteristics could lead to the improvement of students' interest in science learning, with Aubusson, Fogwill, Barr and Perkovic (1997) emphasizing that the use of creative drama as a didactic strategy obtained good results in those students with a low predisposition for learning science.

## **Method**

### ***Objectives***

The purpose of the meta-analysis was to analyze the effect of different DIs in order to improve the attitude of the student towards Science in the different educational stages (Early Childhood Education, Primary Education, Secondary Education and University). Thus, three objectives were established:

1. Analyze the articles that show the experimentation of a DI to improve the attitude of the students towards Science.
2. Calculate the effect produced in the experimental group over the control group for the quasi-experimental studies and the effect produced in the posttest phase for the pre-experimental studies.
3. Identify determining factors in the efficacy of DI.

### ***Procedure***

The bibliographical search was carried out on the main Web of Science data collection in June 2016. For the initial selection of the articles we analyzed those that define the attitude toward Science as a variable of the same; to this end, we used the expression attitude towards science as a search keyword. Then, the limitation in the temporal range of publication of these articles was made, from 2006 to 2016. The search was then refined by considering only those articles published in journals included in the category *Education & Educational Research*, obtaining 374 results.

Once the study population was established, the sample was selected based on the following criteria: (1) scientific articles that develop a DI contemplating the improvement of the student's attitude toward Science; (2) studies using a pre-experimental (no control group) or quasi-experimental design, with pretest and posttest in both cases; (3) research showing the statistical results necessary to calculate effect size and checking the effectiveness or otherwise of the intervention program used; and (4) DIs made in formal education. Therefore, when considering works with a pre-experimental design, namely, those not incorporating a control group, the size of the effect of these was calculated on the results obtained in the posttest phase, taking as a control measure that obtained in the pretest phase.

The application of the inclusion criteria was implemented following a reading of the summary for criterion one, and after a complete reading of the article for the other criteria, so that when applying the first inclusion criterion, 338 scientific articles were deleted (with very

diverse themes regarding attitude towards Science). Criteria two and three, referring to the methodological design and the presentation of the statistical results, meant the suppression of 11 studies and, finally, with the application of the fourth inclusion criterion, we removed an article from the final sample that was included in the meta-analysis.

#### ***Population and sample***

From that set out in the previous epigraph, the population of this study corresponds to the 374 scientific articles found in the Web of Science and, following the application of the inclusion criteria, the sample of this review corresponds to 24 scientific articles, all in the English language.

#### ***Coding of articles***

The initial categories considered in the codification process were: (1) author (s), journal and year of publication; (2) theoretical framework examples; (3) DI (duration, didactic method and / or tool used, variables studied in the ID and country where it is performed); (4) participant sample; (5) methodological characteristics; (6) statistical results; and (7) educational implications. All of them were included in a coding manual prepared by the two authors, which was piloted by means of the independent coding of the sixth part of the selected sample, so we were able to know the reliability of the evaluations carried out and the coding manual, where it a 95% degree of agreement in the compared articles was obtained. This percentage was calculated by dividing the number of matches by the total of categories and, finally, multiplied by 100.

Once the reliability of the evaluators was verified, observing that they applied similar criteria in the coding, the codification of the entire sample by the two authors was completed (excluding category one, which collects objective data). In this case the established categories were treated qualitatively and the Kappa index was calculated to find out the degree of agreement in each one, obtaining values between 0.71 and 0.95, resulting in a mean Kappa index of 0.82, considered as very good according to Landis and Koch (1977). Thus, in all the disagreements agreed solutions were arrived at between both encoders.

#### ***Data analysis and meta-analysis method***

The effect sizes (ES) were calculated from the standardized measure  $d$ , proposed by Cohen (1988), and the correlation index  $r$ , to assess the differences between experimental and control groups in the posttest phase. The values of  $r$  were passed to the  $d$  value, the correction proposed by Hedges, Shymansky and Woodworth (1989) was applied to the ESs to consider the different sample sizes and, finally, the variance and confidence interval to 95% for each ES was calculated.

Furthermore, the Q statistic (to verify the heterogeneity of the ESs) and the  $I^2$  index were calculated to find out the degree of ES heterogeneity, as well as frequency, descriptive analysis and ANOVA to verify the existence of correlation between moderators and ES. Statistical analyses of the data were performed with SPSS Statistics v. 20 and Review Manager 5.3. Since the selected articles contain different types of DIs, and it is unlikely that a common ES will be produced, a random effects meta-analysis model has been used. Thus, the weighted ES has been calculated taking into account intra and inter-study variability (Sánchez-Meca & Marín-Martínez, 2010). As for the codes (2) referring to the theoretical framework and (7) educational implications, the data were analyzed through a content analysis and an inductive categorization process.

### **Results**

#### ***Descriptive characteristics of articles selected***

Before entering into a deeper analysis, it is interesting to attend to those characteristics of the articles that have been selected for this meta-analytical study. Thus, we analyzed the scientific production found in the main collection of Web of Science regarding the attitude towards the

Science of students, making comparisons between the total production and the DIs carried out annually on this subject. There was also an identification of the educational stages and countries where DIs were carried out.

During the 2006-2016 period, 374 articles were published on the students' attitudes towards Science and included in the *Education & Educational Research* category on the Web of Science. However, the work developing a DI guided by an experimental methodology developed in formal education amounts to 24, corresponding to 6.4% of all articles produced on this subject. Figure 1 compares the total production of articles per year and those selected works.

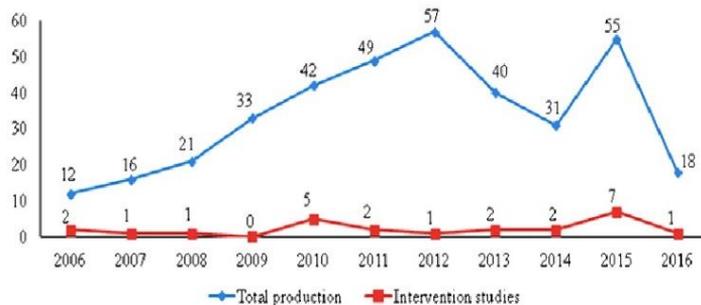


Figure 1. Comparison of scientific article production.

The publication of articles dealing with attitudes towards science in students is growing, as shown in figure 1, although there has been a great fluctuation in publications on this subject in the last four years. However, if we focus on those articles that contain a DI to improve students' attitudes towards Science, we can see that scientific production is more or less stable in the time band analyzed. Such is the case that the figures of articles with DIs published in 2010 (5) and 2015 (7) stand out.

From another point of view, the annual percentages of articles devoted to DIs do not increase in relation to the increase of the global scientific production on attitudes toward Science. Thus, in 2006, only 17% of articles published were allocated to DIs, in 2007 6%, in 2008 5% and in 2009 no article was published with DIs. In 2010, there is a significant increase in the production of articles with DIs in relation to total production (12%), but in 2011 only 4% of the total of articles produced in that year contains the experimentation of a DI. This dynamic occurs in 2012 (4%), 2013 (5%) and 2014 (7%). While 2015 (13%) represents the year of the greatest publication of articles in which a DI is developed to improve students' attitudes towards science; in 2016 (6%), this production decreases significantly.

Interventions have been found in Primary Education, Secondary Education and University. Table 1 below shows the percentage of research carried out at each stage of a total of 24 interventions designed to improve students' attitudes towards science.

Table 1. Educational stages.

Educational stage	No. of investigations	Percentage
Primary Education	7	29%
Secondary Education	15	63%
University	2	8%
Total	24	100%

The educational stage during which most DIs are carried out is Secondary Education (63%), with the fewest occurrences being at the university stage (8%). It is noteworthy that there are no examples of DIs at the Early Childhood Education stage, and that 71% of them take

place at the higher education stages. In addition, it is interesting to note that despite the relatively high percentage of DIs at the Primary Education stage, most of them are developed in the last years of this educational period.

Table 2 shows the countries where the DIs analyzed were carried out. The 24 DIs making up the sample of this meta-analytic study are found in eight countries, with Turkey having the highest number, where DIs appeared in 50% of the selected articles. The United States (4) and China (3) follow Turkey in being countries developing DIs to improve students' attitudes towards Science. Countries such as South Korea, Greece, Iran, Ireland and Malaysia have also developed at least one DI on this subject.

Table 2. Countries where DIs are carried out.

Country	No. of DIs	Percentage
Turkey	12	50%
United States	4	17%
China	3	13%
South Korea	1	4%
Greece	1	4%
Iran	1	4%
Ireland	1	4%
Malaysia	1	4%
Total	24	100%

*Examples of theoretical framework and educational implications*

In this section we approach an analysis of the results from a qualitative perspective, in the sense that we have analyzed the theoretical frameworks of the selected studies and the educational implications that arise from the experimentation of the DIs. The following is a summary of the information contained in the Annex, which shows the relationship of the articles that make up the meta-analytic study with the theoretical notions and suggestions for improving teaching practice and science teaching, putting special emphasis on those guidelines that contribute to the improvement of attitudes toward Science.

The theoretical frameworks of the selected studies allude to concepts of a psychodidactic or purely didactic nature. The distinction made is guided by the linkage or not of content of a didactic nature to educational psychology, and in this way we will refer to psychodidactic concepts when they are partly founded on social and educational psychology theories and we will speak of didactic concepts when they directly refer to didactic models or other factors that can be related to them, such as the learning environment, the promotion of participation or critical thinking in students, and even the scientific training of teachers. This is due to the support that the didactic work receives from psychology and, furthermore, to the conceptual origin of the term attitude, given that this concept has been traditionally assumed by social psychology. Therefore, allude to the constructivist theories of learning, the cognitive development of Piaget, the social learning of Bandura and the meaningful learning of Ausubel. We also find psychoeducational concepts such as anxiety, conceptual change, academic performance and attitude, although the latter is more specified in other theoretical frameworks where we talk about attitudes towards Science in general or, more specifically, about attitudes towards physics, chemistry and other areas of Science (Table 3).

21% of articles in the sample do not contemplate concepts of a psychodidactic nature in their theoretical framework, while all approach notions referring to didactic strategies in the foundation of the study. Nevertheless, 42% of the studies oriented their DI towards some of the most important psychoeducational theories of learning, amongst which we have identified: the constructivist theory of learning (the most used in the theoretical frameworks of DI); meaningful learning theory; Social learning theory, and Piaget's theory of cognitive development. In addition, analysis of the theoretical frameworks of the selected studies has allowed us to observe that there is some concern about the level of anxiety accumulated by students and their academic performance. Although all of the DIs consider attitudes towards

Science in general, or towards specific areas of Science as a study variable, it has been possible to identify that little more than 30% of the empirical works define these concepts in their Theoretical basis.

Table 3. Analysis of usage frequency of theoretical references.

Group	K*	Percentage*
According to nature of theoretical references		
Didactic	24	100%
Psychodidactic	19	79%
Examples of theoretical psychodidactic		
Attitude or attitude towards sciences	8	33%
Constructivist theory of learning	5	21%
Theory of meaningful learning	3	13%
Anxiety	2	8%
Achievement	2	8%
Bandura's social learning theory	1	4%
Theory of cognitive development of Piaget	1	4%
Conceptual Change	1	4%

\*K = number of studies; \*Percentage = Percentage of studies compared to the total sample

On the other hand, those concepts of an essentially didactic nature used by the authors to conceptually justify their studies are: scientific literacy; STS perspective or context based teaching; learning environment; project based learning; inquiry based learning; cooperative learning; Creative drama; computer and multimedia aided teaching; model-based teaching (using analogies); K.F. Nunley's "layered curriculum"; active learning; alternative conceptions; critical thinking; concept maps; creativity; educational innovation, and teacher training.

At this point, we can establish a series of associations between the concepts discussed in the theoretical frameworks analyzed. Thus, Cinici, Sözbilir and Demir (2011) support the definition of conceptual change with the constructivist theory of learning, while Chang, Hsiao and Barufaldi (2006) associate this theory with the concept of a learning environment. Bandura's social learning theory has been related to the didactic model that follows teaching / learning based on projects in the foundation realized by Bilgin, Karakuyu and Ay (2015), given the social and collaboration component that distinguishes this Didactics strategy from others. The theory of meaningful learning is related to possible characteristics of the didactic strategy used in DI, such as the case of Cokadar and Yilmaz (2010), where significant learning is associated with student-centered teaching, or the role of Alternative conceptions of students to address the concept of meaningful learning as it occurs in the theoretical foundation of Özmen (2008). Finally, it is interesting that Eskandar, Bayrami, Vahedi and Ansar (2013) consider it appropriate to address the theory of cognitive development proposed by Piaget to describe model-based teaching through the use of analogies.

As for the educational implications suggested by the selected studies, we have to start from the categorization that we used to determine the type of DI that each one has developed, referring for this question to the didactic strategy used in the DI. Thus, nine categories have been distinguished: (1) inquiry-based teaching, (2) context-based teaching, (3) model-based teaching, (4) project-based teaching, (5) teaching assisted by computers or other multimedia material, (6) creative drama, (7) cooperative learning, (8) individual learning and (9) DIs using various didactic strategies. The categorization was made based on the definitions and characteristics of each didactic strategy, as described in the theoretical basis of our study, so that to categorize each DI we verified that the characteristics of didactic strategies given by the authors in their empirical works corresponded to those described by educational theory. Thus, in general terms, it can be argued that the selected studies suggest alternative teaching / learning strategies are more effective than traditional teaching in general and in particular. In this sense, we find educational implications that refer to the didactic model adopted in the DI, through the use of strategies such as context-based teaching or the STS perspective (Ackay & Yager, 2010;

Kurbanoglu & Nefes, 2015; Lee And Erdogan, 2007), inquiry-based teaching (Karpudewan, Roth & Abdullah, 2015, Sesen & Tarhan, 2013, Yakar & Baykara, 2014), cooperative learning (Cinici et al. (Cokadar and Yilmaz, 2010), project-based learning (Bilgin et al., 2015) and teaching aided by computers and multimedia materials to improve science education in general (Chang et al., 2006; Ercan, 2014; Kim, 2006; Ozmen, 2008; Sengel & Ozden, 2010; Shegog et al., 2012; Ural & Ercan, 2015) and the attitude towards Science, in particular. In addition, we have identified implications related to the improvement of science education that advocate greater attention by teachers to the learning environment (Chang et al., 2006), to the level of involvement of students in the teaching / learning (Sadi & Cakiroglu, 2011), the scientific training of teachers (Smith, 2015) and the promotion of critical thinking among students (Koutalidi et al., 2016), all of which are moderators of student attitudes towards Science.

#### ***What results do the DIs generate?***

First of all, on the one hand, the meaning of DI would have to be detailed, and on the other hand, there would have to be a clarification of which variables act as independent variables, and which act as moderators. Thus, basing ourselves on the definition ERIC gives for intervention, we could define DI as an action designed and developed with the aim of teaching specific knowledge, and modelling student behaviour. As a result, a DI is composed of diverse elements, such as the following: time, teaching/learning strategy employed, context and the educational stage it is employed at. We therefore consider each DI as an independent variable that produces a specific ES in attitudes towards science (dependent variable) and identified by the name of its authors (see Table 4). In addition, a number of moderator variables are analyzed, such is the case for duration, educational stage, and teaching/learning strategy (see Table 5).

As we have already indicated, the meta-analysis sample consists of 24 articles in which a total of 3884 students participated. From these, 26 ES were calculated, since two of the studies included two experimental groups in their design. The weighted mean ES produced in the experimental groups was  $M = 0.54$  (C. I. 95% = 0.25/0.84), corresponding to a moderate effect according to the criteria established by Cohen (1988). Table 4 shows the studies, year of publication, sample, ES calculated by Cohen's index  $d$  corrected according to Hedges et al. (1989), the didactic strategy used, and the type of variable referring to the student's attitude towards Science.

The  $Q$  statistic calculated from the ESs ( $Q = 523.84$ ;  $p < 0.01$ ) indicates that the results obtained are heterogeneous with respect to the average calculated ES. The statistic  $I^2 = 95\%$  indicates that 95% of the variance is attributable to the heterogeneity of the results produced, allowing us to affirm that it is a high heterogeneity according to Huedo et al. (2006). Next, the forest plot is visualized in Fig. 2 to observe the heterogeneity of the ET calculated for the different studies.

#### ***Moderator Analysis***

Knowing that the calculated ES are not homogeneous and accepting that the actual effect is not common to all studies, an analysis of moderating variables of the existing variability has been performed. The DI duration, the educational stage and the teaching strategy used during the intervention were taken as moderators. Table 5 shows the clusters performed for each moderator variable, along with their mean ES and C.I. 95%.

According to the duration of the intervention in the classroom, as expected, it is observed that the mean ES increases as the weeks of DI with the students increase. Short-term DIs have a low ES ( $M = 0.32$ ), while the actions of five to eight weeks generate a moderate ES ( $M = 0.52$ ) and those with a duration of more than nine weeks show a high ES ( $M = 0.91$ ).

Regarding the educational stage, the highest average TE is in Secondary Education ( $M = 0.63$ ), being the lowest in Primary Education ( $M = 0.26$ ). The result obtained in the university stage ( $M = 0.62$ ) is similar to that obtained in the previous stage, both of which are moderate effect sizes (Cohen, 1988).

Table 4. Data of selected studies for the meta-analysis.

Authors	Year	N	ES (d)	Didactic Strategy*	Variable*
Akcay & Yager	2010	724	2.58	b	1
Bilgin, Karakuyu & Ay	2015	66	0.84	e	5
Chang, Hsiao & Barufaldi	2006	155	0.29	b	7
Chen & Howard	2010	311	0.02	i	1
Cinici, Sözbilir & Demir	2011	90	0.61	f	3
Cinici et al.	2011	90	0.41	g	3
Cokadar & Yilmaz	2010	45	0.30	h	1
Ercan	2014	62	0.51	d	6
Eskandar, Bayrami, Vahedi & Ansar	2013	147	-0.20	c	2
Eskandar et al.	2013	147	-0.17	c	2
Hong	2010	95	1.32	f	1
Karpudewan, Roth & Abdullah	2015	115	0.53	a	4
Kavacik, Yelken & Sürmeli	2015	67	0.00	i	6
Kilinçaslan & Simsek	2015	44	0.62	h	6
Kim	2006	41	0.49	d	1
Koutuladi, Psallidas & Scoullas	2016	569	0.34	i	4
Kurbanoglu & Nefes	2015	70	-0.17	b	1
Lee & Erdogan	2007	591	0.31	b	1
Ozmen	2008	50	1.59	d	2
Sadi & Cakiroglu	2011	140	-0.01	a	1
Sengel & Ozden	2010	21	1.87	d	1
Sesen & Tarhan	2013	62	1.65	a	2
Shegog et al.	2012	44	0.02	d	1
Smith	2015	281	0.14	a	1
Ural & Ercan	2015	58	0.05	d	6
Yakar & Baykara	2014	36	0.42	a	8

\*a = inquiry-based teaching; b = context-based teaching; c = model-based teaching; d = computer-aided teaching; e = project-based teaching; f = cooperative learning; g = individual learning; h = creative drama; i = simultaneous use of several strategies.

\*1 = Attitude towards science in general; 2 = Attitude toward chemistry; 3 = Attitude towards biology; 4 = Attitude toward the environment; 5 = Attitude towards the teaching of the sciences; 6 = Attitude towards science and technology; 7 = Attitude towards the earth sciences; 8 = Attitude towards scientific experiments.

The third moderator is the teaching strategy used during the DI. All of them have a constructivist orientation of teaching, although with different nuances, hence the effect sizes being so different. The strategy that presents the greatest ES is the use of cooperative learning ( $M = 0.97$ ), as well as project-based instruction ( $M = 0.84$ ), context-based instruction ( $M = 0.76$ ) and technology-Multimedia materials ( $M = 0.73$ ) show a high ES. Instruction based on inquiry is in a moderate ES ( $M = 0.49$ ), as is the use of dramatization as a teaching strategy ( $M = 0.45$ ). Individual learning, although of a constructivist orientation, shows an ES lower than the other teaching strategies described ( $M = 0.41$ ). The use of several teaching strategies in the DIs made us expect quite positive results; however the DIs using different strategies have the lowest positive ES ( $M = 0.30$ ). The use of modelling through analogies in the Science classroom has a negative effect ( $M = -0.18$ ).

To verify the degree of correlation between moderating variable and calculated ES, an ANOVA was applied for each moderator. The obtained results show that teaching strategy has a significant correlation with the effect achieved in the student attitude towards Science ( $Q = 23.17$ ;  $df = 8$ ;  $p < .01$ ;  $R^2 = 0.05$ ). However, according to the data obtained, DI duration is not associated with ES ( $Q = 3.01$ ,  $df = 2$ ,  $p > .05$ ), as is the case with the educational stage ( $Q = 4.24$ ,  $df = 2$ ;  $p > .05$ ).

Table 5. Analysis of the moderators.

Group	K*	M*	C.I. 95%
According to the duration of DI			
Short duration (0 to 4 weeks)	16	0.32	0.12 / 0.52
Medium duration (5 to 8 weeks)	2	0.52	0.22 / 0.82
Long duration (more than 9 weeks)	8	0.91	0.16 / 1.67
According to the educational stage where DI is developed			
Primary Education	7	0.26	0.07 / 0.44
Secondary Education	17	0.63	0.20 / 1.05
University	2	0.62	0.22 / 1.02
According to the teaching strategy used in DI			
Projects-based teaching	1	0.84	0.33 / 1.34
Inquiry-based teaching	5	0.49	0.08 / 0.90
Contexts-based teaching	4	0.76	-0.66 / 2.19
Computer/multimedia-assisted teaching	6	0.73	0.14 / 1.31
Creative drama	2	0.45	0.03 / 0.88
Model-based teaching	2	-0.18	-0.46 / 0.10
Cooperative learning	2	0.97	0.27 / 1.68
Individual learning	1	0.41	-0.10 / 0.92
Use of various teaching strategies	3	0.30	0.16 / 0.44

\*K = number of DI; M = effect size mean.

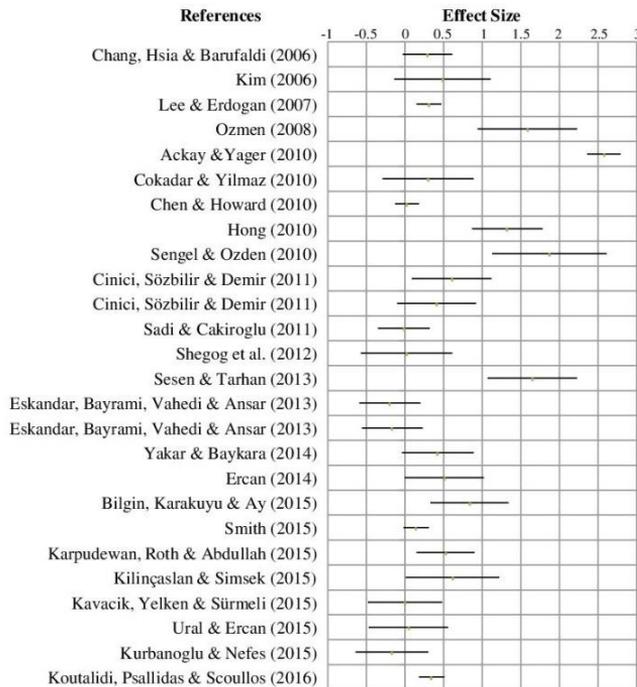


Figure 2. Forest plot for studies selected.

### ***Control of publication bias***

Publication bias is considered to be of utmost importance for the meta-analysis, since by controlling it, the validity of the study is increased by verifying that the studies lost do not threaten the results and conclusions obtained. This is done by calculating the safety number ( $N_S$ ) where we relate the sample, ES mean of the studies recovered and mean effect of the lost studies, which we assume is 0.05 (Orwin, 1983). Thus,  $N_S = 255$ , which would require 255 missed studies with a mean null ES so that when combined with those selected, a combined estimate of 0.05 was obtained. To estimate the number of studies lost according to the articles retrieved for the meta-analysis, we have assumed the loss of five studies for each one published, plus a minimum of ten (Rosenthal, 1979), of which we estimate that 140 studies have been lost. Thus, we conclude that the conclusions obtained in the meta-analysis are not threatened by publication bias.

### **Discussion**

The purpose of this meta-analysis was to contrast the effect of the DI on students' attitudes towards Science and to discern which factors moderate the improvement of this variable. DIs were identified for a short duration (less than four weeks), medium duration (five to eight weeks) and long duration (more than nine weeks). Furthermore, we were able to compare according to the educational stages where they were involved (primary education, secondary education and university). In addition, we were able to classify DIs according to the teaching / learning strategy used, namely: inquiry-based teaching; context-based teaching; model-based teaching; computer-assisted instruction; cooperative or individual learning; creative drama, or several at a time. These classifications allowed us to approach a more nuanced understanding of those didactic factors that influence the development of positive attitudes towards science in students.

The 24 studies published from 2006 to 2016, and which met the inclusion criteria, obtained an average effect size of 0.54, considered as moderate according to Cohen (1988). Contrasting this result with other precedents is complicated, since we have not found preceding studies focused on identifying the effect of DIs on students' attitudes toward Science, since the majority of meta-analytical studies have focused their attention on the effects of specific didactic strategies on the academic performance of students, as is the case for Schroeder, Scott, Tolson, Huang & Lee (2007) among others. However, studies such as that by Kulik, Kulik and Cohen (1980) reviewed DIs that used computer-aided teaching, paying attention to the effect this had on the attitude of the students to the subject where they intervened, obtaining an average effect size of 0.18. This effect is far from that obtained in our study (0.73), a fact that we attribute to Kulik et al. (1980) considering in their study the different subjects described by the curriculum and the technological development of their time, evidently lower than the current one.

In addition, the review shows that in the timeframe of 2006 to 2016 the articles indexed in the Web of Science *Education & Educational Research* category, regarding attitude toward Science, have a diagnostic and / or descriptive tendency of the level of students' interest in the sciences, since just over 90% of the 374 articles obtained in the search were rejected by the first inclusion criterion used in this study, namely, they did not implement a DI. Thus, less than 10% of the articles of the population were destined towards the development of a DI that contemplated students' attitudes towards Science. However, 3% of the articles that developed a DI followed a qualitative methodology, or did not show the data needed to calculate the size of the effect produced on the attitude in question. So, only those studies that used questionnaires to measure attitudes towards Science were selected, representing 6.4% of the population obtained in the literature search. In short, we consider that the number of DIs for improving students' attitudes towards science is low compared to the total production of this subject, since only 24 studies have been registered, representing an average of just over two articles per year which include an intervention program. Therefore, we consider it necessary to carry out a greater number of DIs that prioritize attitudes towards Science among the objectives of the study, in

such a way that they guide how those interventions should be more precisely in order to achieve their objectives. From the described restriction, without being against the carrying out of investigations that allow us to deeply diagnose their evolution, it is necessary to equate the number of works destined towards diagnosis with that of those aimed at intervening in order to change this situation. Thus, an opportunity would be presented for the participation of teachers in educational research, firstly because this would increase the internal validity of the studies (Aguilera and Perales-Palacios 2016) and secondly because it would allow them to experience the results obtained first hand, with this generating training and improvement in their educational practice (Jiménez-Aleixandre 2008). Also, in terms of the small number of selected studies, the countries in which interventions have been developed in the classroom are scarce in terms of variability. Attention should be drawn to the work carried out in Turkey, but also to the inadequacy of this work in many other countries. It would therefore be desirable to design intervention programs to promote positive attitudes towards science in more countries, to compare results in other geographic and cultural contexts.

In addition, the number of DIs destined for the first stages of education (Early Childhood and Primary Education) is lower than for the higher academic stages. This is counterproductive for the development of positive attitudes towards science in students, since as Worth (2010) points out in education, science teaching at an early age should focus on the creation of attitudes conducive to learning and interest in learning. Furthermore, in view of the results obtained, both the educational stage where the DI is developed and its duration are not moderating factors in the increase of positive attitudes towards the sciences. In spite of this, we have been able to verify that the average effect produced in Secondary and University Education is greater than that obtained at the Primary Education stage, which is data that could corroborate the affirmations made by the educational research concerning the decrease of students' interest in learning Science as they advance through the different educational stages. Thus, it would be more feasible to produce greater effects on students with a low level of interest than on the contrary. Also, even if the differences are not significant, we have observed that the longer the duration of the DI, the higher the average effect produced in students' attitudes towards Science. Thus, we advocate the need for a greater number of DIs that reinforce the results obtained in this study, or a clarification of the significance of the situation described.

The following sections discuss the limitations resulting from the sample considered in this study and the meta-analytical approach adopted therein, as well as a summary and discussion of our results and the educational implications for the teaching of sciences.

#### *Limitations of the study sample*

The sample selected for this study was 24 articles from journals indexed in the Web of Science *Education & Educational Research* category of the, since we took the decision to contemplate only articles that were methodologically sound, and framed in the educational field. Consequently, we assume that we lost a number of unpublished studies in our sample, since the journals considered demand a high standard, and often refuse to publish studies with negative results. Despite this, we were able to find a number of studies that showed negative results regarding the students' attitudes to science, as in the case of Eskandar et al. (2013), Kurbanoglu and Nefes (2015) and Sadi and Cakiroglu (2011). However, the mean effect sizes calculated for each type of didactic strategy were not different from those obtained by Schroeder et al. (2007), although these were calculated for academic achievement in science, since in their study they obtained similar results for cooperative learning (0.97), technology-assisted instruction (0.48) and inquiry-based instruction (0.65), which, compared to our results, were the same or similar, as we obtained the same effect for cooperative learning, in this case concerning attitude toward science, and similar effects for computer-assisted instruction (0.73) and inquiry-based instruction (0.49). This fact suggests that our study, although a precedent and with a limited sample, is approximately representative of the field and, in addition, the results are not threatened by publication bias.

**Limitations of the meta-analytic approach**

A meta-analytic study attempts to synthesize those causal inferences that produce the studies considered therein, taking into account that each work has different characteristics provided by the context in which it develops on the whole. Furthermore, a meta-analysis may contribute to the causal generalization of the collected findings, although these generalizations are subject to the quality and sample size of the selected studies (Briggs, 2008). Therefore, it is not possible to completely accept or reject hypotheses of this or any other meta-analytical study, since those definite questions of investigation are usually not definitively answered.

On the other hand, given the retrospective nature of the meta-analytic studies, we had to establish a more refined and precise coding system, in order to compensate for the evident lack of knowledge about how and under what conditions the various studies were carried out. In this sense, we found significant differences between the selected studies when defining the developed DI and the sample considered in them. This fact has conditioned the different classifications performed to calculate the effect sizes, since in some categories the number of studies is reduced, with this generating the calculation of more evident average effect sizes.

**Implications for teaching and learning science**

The results obtained in this meta-analytic study have some implications for the teaching and learning of the sciences. In general, the results indicate that the didactic strategy adopted for teaching Science is a factor to be taken into account to improve students' attitudes towards Science ( $Q = 23.17$ ;  $df = 8$ ;  $p < .01$ ). In this sense, cooperative learning, project-based teaching, context-based teaching and teaching aided by different technological or digital materials are the strategies that produce higher effects in terms of improving attitudes.

By taking into account the ES calculated for each study, which quantify the difference between the control group and the experimental group in the case of the quasi-experimental studies, or the difference between the pretest and posttest phases in the pre-experimental studies, some of them are null, almost null, or negative as they occur in the pre-experimental study of Chen and Howard (2010) or the quasi-experimental studies of Kavacik et al. (2015), Sadi and Cakiroglu (2011), Ural and Ercan (2015), Kurbanoglu and Nefes (2015), Shegog et al. (2012), and Eskandar et al. (2013). In the first instance, these results invite us to think about the inefficiency of the didactic strategy used and, consequently, to see the effect of the DI as a failed attempt to improve students' attitudes towards Science. However, this idea is erroneous for some of the studies named if we analyze the effects produced by DI in the experimental group (EG) and in the control group (CG) separately, as shown in Table 6. In light of these results, we can conclude that these DIs succeeded, to a greater or lesser extent, in improving students' attitudes. Thus, the didactic strategy employed in the experimental group was more effective than the traditional methods used in the control groups. Conversely, the DIs designed by Chen and Howard (2010) [pretest:  $M = 3.05$ ; posttest:  $M = 3.05$ ], Shegog et al. (2012) [CG (posttest):  $M = 114.62$ ; EG (posttest):  $M = 114.78$ ] and Eskandar et al. (2013) [CG (posttest):  $M = 17.65$ ; EG 1 (posttest):  $M = 16.72$ ; EG 2 (posttest):  $M = 16.13$ ] do not obtain desired results to improve student attitudes, since the effect produced in the EG is null or practically null regarding the pretest, in the first instance, and the CGs in the second and third instances.

Table 6. Comparison of the effect produced in EG and CG.

Study	ES in EG	ES in CG
Kavacik et al. (2015)	0.12	-0.16
Sadi & Cakiroglu (2011)	0.24	0.11
Ural & Ercan (2015)	0.32	-0.08
Kurbanoglu & Nefes (2015)	0.5	0.04

On the one hand, we can observe very unequal effects in some studies that use the same didactic strategy (see table 4). This finding emphasizes the responsibility of science teachers, not only for students to learn science, but also for them to be motivated and to develop an

interest in the field (Vedder-Weiss & Fortus, 2017). On the other hand, if we consider the ES calculated according to the different categories established we can observe that the teaching based on analogy-based models fails to improve students' attitudes towards Science, since in both cases considered the effect is negative and , consequently, the average effect for this didactic strategy is innocuous (-0.18). However, as Eskandar et al. (2013) point out, this could be due to the level of development of logical thinking, since students with concrete thinking better understand the use of analogies in the teaching of science. Thus, this fact acts as a limiter in those students who are not at that stage of cognitive development, since understanding will be deficient and, alongside this, their attitude towards Science might not develop positively.

As for the educational stage, we observe that a greater average effect is achieved in Secondary Education (0.63) and University (0.62) than in Primary Education (0.26), but the resulting statistics do not reflect that this is a significant factor for the effect produced in the attitude towards Science. Also, the educational stage where most interventions are developed is in Secondary Education. As a result, it has been observed that few are carried out in Primary Education and none in Early Childhood Education, a situation similar to that described by Pro and Rodríguez (2010), where they affirm that the volume of studies destined to the stage of Early Childhood Education is lower than for the other educational stages. In this way, it is surprising that there are not enough didactic actions in the early stages of education, since many studies affirm that attitudes towards Science are affected during the advance towards higher educational stages (Barmby et al., 2008, George, 2000, Kelly, 1986, Osborne, et al., 2003; Pell & Jarvis, 2001; Vedder-Weiss & Fortus, 2011). In addition, according to educational research, scientific education should begin in the early years of schooling (Eshach & Fried, 2005) and should be oriented towards the creation of positive habits and attitudes (Worth, 2010) towards the sciences in this case.

According to the duration of the DI we can observe that the longer duration of the same higher average ES yields the interventions in terms of improving students' attitudes towards Sciences. However, the differences found have not been sufficient to determine the duration of the DI as a moderating factor in attitudes towards Science. As Weinburgh (1995) points out, with sporadic activities, marginal sessions or short intervention periods it is difficult to produce significant positive changes. Therefore, we can deduce that with a sample larger than the one obtained in this study more powerful conclusions could be extracted that confirm this hypothesis.

Finally, if we pay attention to the theoretical foundations of the studies analyzed, we can group them into two broad categories. One refers to the psychoeducational field, with the concept of attitude as an object of the study of social psychology, other classical theories related to learning (Bandura, Piaget or Ausubel), eclectic topics such as anxiety, conceptual change, academic performance and attitude, and more specific ones such as attitude towards Science. The second category has a more applied character, encompassing examples more related to didactic approaches of the DES such as inquiry or contextually based teaching, and others related to more generic strategies such as creative drama and project-based learning. On this point, we can affirm that 21% of the studies do not deal with notions of a psychodidactic nature, and that only 33.3% of the theoretical frameworks analyzed define the concept of attitude or attitude towards Science, although in all of the works selected attitude towards Science is a study variable. This fact invites us to think that the majority of the selected DIs, still contemplating the attitude towards Science as a variable of the study and providing results on the same, do not show primary attention to students' attitudes towards the Science, which represents a secondary role in the theoretical foundation of these DIs.

As for the educational implications suggested by the authors of the studies analyzed, their reading suggests that, in addition to the strategies that have proven effective (cooperative learning, project-based teaching, context-based teaching, research and computer-aided teaching with the use of multimedia materials), in terms of moderators of attitudes towards science we should also consider the learning environment (Chang et al., 2006), the level of student activity during the teaching process (Sadi & Cakiroglu, 2011), teacher education in science (Smith, 2015) and critical thinking that should be promoted during the teaching / learning process in students (Koutalidi et al., 2016).

### Conclusions

The systematic and meta-analytical review that has been carried out reveals a series of final conclusions. The calculated mean effect shows that didactic interventions are producing satisfactory results in relation to the improvement of students' attitudes, although the studies present effects with a high index of heterogeneity. This is in accordance with the literature, where it is affirmed that there are several variables that affect students' willingness to learn Science (Osborne et al. 2003). Consequently, given the results obtained, the teaching/learning strategy used in the teaching of the subject is shown as a moderating factor on the effect produced in attitude; in addition, the learning environment, student participation, and the training of science teachers would be factors to be taken into account in those DIs that aim to improve attitudes, according to the data obtained in the analysis of the educational implications of the selected studies.

In short, it is essential to direct our attention to how, where, and under what conditions Science is taught, this implying increasing the number of classroom interventions that allow us to develop activities, strategies, and teaching methods consistent with the results of research in the Didactics of the Experimental Sciences and effective for improving students' attitudes towards Science, thus agreeing with Osborne et al. (2003), who prioritize educational research on attitude towards science. Thus, according to Vedder-Weiss and Fortus (2017), a better understanding of those factors and elements that influence students' attitude to learn science, coupled with increasing DI numbers to improve it, could help to reverse the situation that is going through the attitudes of the students towards Science.

### References

(References marked with an asterisk indicate the studies included in the meta-analysis)

- Aguilera, D., & Perales-Palacios, F. J. (2016). Participatory Teaching Method in Natural Sciences: Involvement in Academic Performance and Pupils' Attitude towards Science of Elementary School. *ReiDoCrea*, 5, 119-129.
- Aikenhead, G. (1994). What is STS teaching? In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.
- Aikenhead, G. (2005). *Science for Everyday Life: Evidence-based practice*. New York: Teachers College Press.
- \*Akçay, H., & Yager, R.E. (2010). The impact of a Science/Technology/Society teaching approach on student learning in five domains. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 602-611.
- Allessi, S., & Trollip, S. R. (1991). *Computer based instruction: Methods and development* (second ed.). New Jersey: Prentice-Hall.
- Anderson, R. D. (2007). Inquiry as an organizing theme for science curricula. In Abell, S. K., & Lederman, N. G. (Eds.). *Handbook of Research on Science Education*, pp. 808-830. New York: Routledge.
- Ariel, B. (2007). *The integration of creative drama into science teaching*. Ph.D. dissertation, Kansas State University, United States-Kansas. Retrieved March 18, 2017, from dissertations & theses: A&I. (Publication No. AAT 3291364).
- Aubusson, P., Fogwill, S., Barr, R., & Perkovic, L. (1997). What happens when students do simulation role-play in science? *Research in Science Education*, 27(4), 565-579.
- Barmby, P., Kind, P.M., & Jones, K. (2008). Examining changing attitudes in Secondary School Science. *International Journal of Science Education*, 30(8), 1075-1093.
- Barnes, G., McInerney, D. M., & Marsh, H. W. (2005). Exploring sex differences in science enrolment intentions: An application of the general model of academic choice. *Australian Educational Researcher*, 32(2), 1-23.
- Barow, L. H. (2006). A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 265-278.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39-43.

- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, *91*(3), 347-370.
- \*Bilgin, I., Karakuyu, Y., & Ay, Y. (2015). The effects of Project Based Learning on undergraduate students' achievement and self-efficacy beliefs towards science teaching. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, *11*(3), 469-477.
- Birch, W. (1986). Towards a model for problem-based learning. *Studies in Higher Education*, *11*(1), 73-82.
- Briggs, D. C. (2008). Synthesizing causal inferences. *Educational Researcher*, *37*, 15–22.
- Brown, D. S. (2003). High school biology: A group approach to concept mapping. *The American Biology Teacher*, *65*(3), 192-197.
- Çepni, S., Taş, E., & Köse, S. (2006). The effects of computer-assisted material on students' cognitive levels, misconceptions and attitudes towards science. *Computers & Education*, *46*(2), 192-205.
- Chang, C. Y. (2001). Comparing the impacts of a problem-based computer-assisted instruction and the direct-interactive teaching method on student science achievement. *Journal of Science Education and Technology*, *10*(2), 147-153.
- \*Chang, C. Y., Hsiao, C. H., & Barufaldi, J. P. (2006). Preferred–actual learning environment “spaces” and earth science outcomes in Taiwan. *Science Education*, *90*(3), 420-433.
- \*Chen, C.H., & Howard, B. (2010). Effect of Live Simulation on Middle School Students' Attitudes and Learning toward Science. *Educational Technology & Society*, *13*(1), 133–139.
- \*Cinici, A., Sözbilir, M., & Demir, Y. (2011). Effect of cooperative and individual learning activities on students' understanding of diffusion and osmosis. *Eurasian Journal of Educational Research*, *43*, 19-36.
- Clement, J. J., & Rea-Ramirez, M. A. (2008). *Model Based Learning and Instruction in Science*. Dordrecht: Springer.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.)*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- \*Cokadar, H., & Yilmaz, G.C. (2010). Teaching ecosystems and matter cycles with creative drama activities. *Journal of Science Education and Technology*, *19*, 80-89.
- Edelson, D. C., Gordin, D. N., & Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *The Journal of the Learning Sciences*, *8*, 391 – 450.
- \*Ercan, O. (2014). The effects of multimedia learning material on students' academic achievement and attitudes towards science courses. *Journal of Baltic Science Education*, *13*(5), 608-621.
- Eshach, H. & Fried M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, *14*(3), 315-336.
- \*Eskandar, F.A., Bayrami, M., Vahedi, S., & Ansar, V.A. (2013). The effect of instructional analogies in interaction with logical thinking ability on achievement and attitude toward chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, *14*, 566-575.
- Fensham, P. J. (2009) Real world contexts in PISA science: implications for context-based science education. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(8), 884-896.
- Ford, M. J., & Forman, E. A. (2015). Uncertainty and scientific progress in classroom dialogue. In L. B. Resnick, C. S. C. Asterhan, & S. N. Clarke (Eds.), *Socializing intelligence through academic talk and dialogue*, pp. 143-156. Washington, D.C.: American Educational Research Association.
- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to science: A review. *Studies in Science Education*, *2*, 1–41.
- George, R. (2000). Measuring change in students' attitudes toward science over time: An application of latent variable growth model. *Journal of Science Education and Technology*, *9*, 213-225.
- Gibson, H. L., & Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, *86*, 693 – 705.

- Gilbert, J. K., Boulter, C. J. & Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. In Gilbert, J. K. & Boulter, C. J. (Eds.), *Developing Models in Science Education*, pp. 3-17. Dordrecht: Kluwer.
- Havard, N. (1996). Student attitudes to studying A-level sciences. *Public Understanding of Science*, 5(4), 321-330.
- Hedges, L. V., Shymansky, J. A., & Woodworth, G. (1989). *Modern methods of meta-analysis*. Washington, DC: National Science Teachers Association.
- \*Hong, Z.R. (2010). Effects of a Collaborative Science Intervention on High Achieving Students' Learning Anxiety and Attitudes toward Science. *International Journal of Science Education*, 32(15), 1971-1988.
- Huedo, T., Sánchez-Meca, J., Marín-Martínez, F., & Botella, J. (2006). Assessing heterogeneity in meta-analysis: Q statistics or I2 index? *Psychological Methods*, 11, 193-206.
- Hufford, T. L. (1991). Increasing Academic Performance in an Introductory Biology Course. *BioScience*, 41, 107-108.
- Jenkins, E. W. (2006). The Student Voice and School Science Education. *Studies in Science Education*, 42, 49-88.
- Jenkins, E. W., & Pell, R. G. (2006). *The Relevance of Science Education Project (ROSE) in England: a summary of findings*. University of Leeds: Leeds.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). Publication as dialogue and learning: The role of papers in science education. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), 311- 320.
- Johnson, R., & Brooker, C. (1985). The effects of controversy, concurrence seeking, and individualistic learning on achievement and attitude change. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(3), 197-205.
- Jones, B. F., Rasmussen, C. M., & Moffitt, M. C. (1997). *Real-life problem solving.: A collaborative approach to interdisciplinary learning*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Justi, R. (2006). Modelling-based Science Teaching. *Enseñanza de las ciencias*, 24(2), 173-184.
- Justi, R. (2009). Learning how to model in science classroom: key teacher's role in supporting the development of students' modelling skills. *Educación química*, 20(1), 32-40.
- Justi, R., & Gilbert, J. K. (2002). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1273-1292.
- Kamen, M. (1991). Use of creative drama to evaluate elementary school students' understanding of science concepts. Gerald Kulm and Shirley M. Malcom (Ed.), *Science assessment in the service of reform* (pp. 338-341). United States: American Association for the Advancement of Science.
- \*Karpudewan, M., Roth, W.M., & Abdullah, M. (2015). Enhancing primary school students' knowledge about global warming and environmental attitude using climate change activities. *International Journal of Science Education*, 37(1), 31-54.
- \*Kavacik, L., Yelken, T.Y., & Sürmeli, H. (2015). Innovation practices in Elementary School Science and Technology Course and their effects on students. *Education and Science*, 40(180), 247-263.
- Kelly, A. (1986). The development of girls' and boys' attitudes to sciences: A longitudinal study. *European Journal of Science Education*, 8(4), 399-412.
- \*Kiliñçalan, H., & Simsek, P.O. (2015). Effects of Curriculum Layered and creative drama methods on 6th Grade "Force and Motion" Unit on achievement, attitude and retention. *Education and Science*, 40(180), 217-245.
- \*Kim, P. (2006). Effects of 3D Virtual Reality of Plate Tectonics on Fifth Grade Students' Achievement and Attitude toward Science. *Interactive Learning Environments*, 14(1), 25-34.
- Koballa, Jr, T. R. (1995). Children's attitudes towards learning science. In S. Glynn & R. Duit (Eds.), *Learning Science in the Schools: Research Reforming Practice*, pp. 59-84. New Jersey: Lawrence Erlbaum.

- Koballa, T. R., & Glynn, S. M. (2007). Attitudinal and motivational constructs in science learning. In S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 75–102). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- \*Koutalidi, S., Psallidas, V., & Scoullou, M. (2016). Biogeochemical cycles for combining chemical knowledge and ESD issues in Greek secondary schools part II: assessing the impact of the intervention. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 24-35.
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-Based Learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, pp. 317-334. New York: Cambridge University Press.
- Krajcik, J. S., & Mamlok-Naaman, R. (2006). Using driving questions to motivate and sustain student interest in learning science. In K. Tobin (Ed.), *Teaching and learning science: A handbook*, pp. 317-327. Westport, C.T.: Praeger Publishers.
- Kulik, J. A., Kulik, C. L. C., & Cohen, P. A. (1980). Effectiveness of computer-based college teaching: A meta-analysis of findings. *Review of Educational Research*, 50(4), 525-544.
- \*Kurbanoglu, N. I., & Nefes, F.K. (2015). Effect of context-based questions on secondary school students' test anxiety and science attitude. *Journal of Baltic Science Education*, 14(2), 216-226.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-174.
- \*Lee, M. K., & Erdogan, I. (2007). The Effect of Science–Technology–Society Teaching on Students' Attitudes toward Science and Certain Aspects of Creativity. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1315-1327.
- Lemke, J. L. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296-316.
- Maia, P. F., & Justi, R. (2009). Learning of Chemical Equilibrium through Modelling-based Teaching. *International Journal of Science Education*, 31(5), 603-630.
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining Inquiry. *The Science Teacher*, 69(2), 34-37.
- Millar, R. (2007). Twenty first Century Science: Implications from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (4), 474-496.
- Murphy, P., & Whitelegg, E. (2006). Girls and physics: Continuing barriers to 'belonging'. *The Curriculum Journal*, 17(3), 281–305.
- NRC, National Research Council (1996). *National Science Educational Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- NRC, National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- O'Neil, K., & Polman, J. L. (2004). Why educate "little scientists"? Examining the potential of practice-based scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(3), 234-266.
- Orwin, R. G. (1983). A fail-safe N for effect size in meta-analysis. *Journal of Educational Statistics*, 8, 157-159.
- Osborne, J., & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441–467.
- Osborne, J., Simon, S., y Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- \*Ozmen, H. (2008). The influence of computer-assisted instruction on students' conceptual understanding of chemical bonding and attitude toward chemistry: A case for Turkey. *Computers & Education*, 51, 423-438.
- Palmer, D. (2005). A Motivational View of Constructivist-Informed Teaching. *International Journal of Science Education*, 27(15), 185-1881.
- Pell, T., & Jarvis, T. (2001). Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years. *International Journal of Science Education*, 23(8), 847–862.

- Pro, A., & Pérez, A. (2014). Primary and Secondary students' attitude towards the dichotomic view of Science. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 111-132.
- Pro, A., & Rodríguez, (2010). Learn key competences in a proposal for the teaching of electrical circuits in primary education. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 385-406.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/ science literacy. In S. K. Abell & N.G. Lederman (Eds.) *Handbook of Research on Science Education*, pp.729-780. New York: Routledge.
- Roehrig, G.H., Kruse, R.A., & Kern, A. (2007). Teacher and school characteristics and their influence on curriculum implementation. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 883-907.
- Rosenthal, R. (1979). The «file drawer problem» and tolerance for null results. *Psychological Bulletin*, 86(3), 638-641.
- \*Sadi, O., & Cakiroglu, J. (2011). Effects of hands-on activity enriched instruction on students' achievement and attitudes towards science. *Journal of Baltic Science Education*, 10(2), 87-97.
- Sánchez-Meca, J., & Marín-Martínez (2010). Meta-analysis in psychological research. *International Journal of Psychological Research*, 3, 151-163.
- Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2004). *Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education) – a comparative study of students' views of science and science education*. Norway: University of Oslo.
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T. Y., & Lee, Y. H. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(10), 1436-1460.
- Schwarz, N. (2007). Attitude construction: evaluation in context. *Social Cognition*, 25(5), 638-656.
- \*Sengel, E., & Ozden, M. Y. (2010). An evaluation of a constructivist online science learning activity: a case study in Turkey. *New Educational Review*, 21(2), 157-170.
- \*Sesen, B.A., & Tarhan, L. (2013). Inquiry-Based Laboratory Activities in electrochemistry: High school students' achievements and attitudes. *Research in Science Education*, 43, 413-435.
- \*Shegog, R., Lazarus, M.M., Murray, N.G., Diamond, M., Sessions, N., & Zsigmond, E. (2012). Virtual transgenics: Using a molecular biology simulation to impact student academic achievement and attitudes. *Research in Science Education*, 42, 875-890.
- Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2010). *The ROSE project. An overview and key findings*. Retrieved from <http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjøberg-Schreiner-overview-2010.pdf>
- \*Smith, G. (2015). The impact of a professional development programme on primary teacher' classroom practice and pupils' attitudes to Science. *Research in Science Education*, 45, 215-239.
- Spall, K., Dickson, D., & Boyes, E. (2004). Development of school students' constructions of biology and physics. *International Journal of Science Education*, 26(7), 787-803.
- Stark, R., & Gray, D. (1999). Gender preferences in learning science. *International Journal of Science Education*, 21(6), 633-643.
- Thomas, J. W., Mergendoller, J. R., & Michaelson, A. (1999). *Project-based learning: A handbook for middle and high school teachers*. Novato, CA: The Buck Institute for Education.
- Tolstrup, H., Møller, L., & Ulriksen, L. (2014). To Choose or Not to Choose Science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme. *International Journal of Science Education*, 36(2), 186-215.
- \*Ural, E., & Ercan, O. (2015). The effects of web-based educational software enriched by concept map son learning of structure and properties of matter. *Journal of Baltic Science Education*, 14(1), 7-19.
- Vedder-Weis, D., & Fortus, D. (2011). Adolescents' Declining Motivation to Learn Science: Inevitable or Not? *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 199-216.

Vedder-Weiss, D., & Fortus, D. (2017). Teachers' Mastery Goals: Using a Self-Report Survey to Study the Relations between Teaching Practices and Students' Motivation for Science Learning. *Research in Science Education*, 1-26. DOI: 10.1007/s11165-016-9565-3

Walsh, E., & Edwards, R. (2009). Buns, scissors, and strawberry-laces—A model of science education? *Education in Science*, 235, 12–13.

Warrington, M., & Younger, M. (2000). The other side of the gender gap. *Gender and Education*, 12(4), 493–508.

Watters, J. J., & Diezmann, B. K. (2003). The gifted student in science: Fulfilling potential. *Australian Science Teachers Journal*, 49(3), 46-53.

Weinburgh, M. (1995). Gender Differences in student attitudes toward science: a meta-analysis of the literature from 1970 to 1991. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 387–398.

Whitworth, S., & Berson, M. J. (2003). Computer technology in the social studies: An examination of the effectiveness literature (1996-2001). *Contemporary issues in technology and teacher education*, 2(4), 472-509.

Williams, M., Linn, M. C., Ammon, P., & Gearhart, M. (2004). Learning to teach inquiry science in a technology-based environment: A case study. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 189–206.

Worth, K. (2010). Science in early childhood classrooms: Content and process. In *Early Childhood Research and Practice. Collected Papers from the SEED (STEM in Early Education and Development) Conference* (Vol. 10).

\*Yakar, Z., & Baykara, H. (2014). Inquiry-Based Laboratory Practices in science teacher training program. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(2), 173-183.

**Annexed**

References	Referred theories	Educational implications
Akçay & Yager (2010)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Scientific literacy.</li> <li>STS approach.</li> <li>Constructivist learning theory.</li> </ul>	Adopting STS guidance in science education could promote more positive attitudes towards science than traditional teaching.
Bilgin, Karakuyu & Ay (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cognitive psychology.</li> <li>Project-based learning.</li> <li>Bandura's social learning theory.</li> </ul>	Using project-based learning is more effective than traditional learning. Including active learning and student interests in the teaching-learning process improves attitudes towards science.
Chang, Hsiao & Barufaldi (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Learning environment.</li> <li>Constructivist learning theory.</li> </ul>	Teachers should take into account the learning environment because it influences the attitude toward science. In addition, computer use in class seems to generate positive attitudes toward science.
Chen & Howard (2010)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inquiry-based learning.</li> <li>Context-based learning.</li> <li>Attitude towards science.</li> </ul>	Including real simulations in the teaching of the sciences could generate positive attitudes toward Science in the student body.
Cinici, Sözbilir & Demir (2011)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Constructivist learning theory.</li> <li>Conceptual change.</li> <li>Cooperative learning.</li> </ul>	Using a teaching method with a constructivist orientation achieves better results in the teaching of science than traditional methods. At the same time, cooperative learning improves the attitude toward science more than individual learning.

Cokadar & Yilmaz (2010)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Student-centered teaching.</li> <li>• Creative drama.</li> <li>• Theory of meaningful learning.</li> </ul>	Using creative drama in science class could positively increase students' attitudes, commitment and attention to science.
Ercan (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computer/multimedia-aided teaching.</li> </ul>	Today technology plays an important role in the daily lives of students. Therefore, it is necessary to use didactic materials that are attractive to students. Thus, teachers must find alternative teaching methods to improve attitudes toward science, with computer use being one of them.
Eskandar, Bayrami & Vahedi (2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analogies-based learning.</li> <li>• Cognitive theory of Piaget.</li> <li>• Attitude towards science, in general, and chemistry, in particular.</li> </ul>	The use of analogies for the teaching of science will be truly effective when students have developed concrete thinking.
Hong (2010)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Academic performance.</li> <li>• Attitude towards science.</li> <li>• Anxiety.</li> <li>• Cooperative learning.</li> </ul>	A collaborative, supportive, and open-class environment is a factor that can bring about positive changes in attitude toward Science.
Karpudewan, Roth & Abdullah (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attitude towards science and environment.</li> <li>• Teaching strategy 5E.</li> </ul>	Using strategies that promote inquiry-based learning could promote positive attitudes toward science.
Kavacik, Yelken & Sürmeli (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educative innovation.</li> <li>• Creativity.</li> </ul>	Educational innovation is essential in the teaching of science in order to improve attitudes toward science.
Kilinçaslan & Simsek (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constructivist learning theory.</li> <li>• Creative drama.</li> <li>• 'Layered curriculum' developed by Kathie F. Nunley.</li> </ul>	Use in science teaching of dramatisation and layered curriculum improves the attitude toward science.
Kim (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computer-aided teaching (3D technology).</li> </ul>	Using 3D science technology could improve students' attitudes toward science, given the level of detail and interaction that is achieved by using 3D videos.
Koutuladi, Psallidas & Scoullas (2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Environmental education and sustainable development.</li> <li>• Curriculum and teaching methods.</li> <li>• Critical thinking.</li> </ul>	Promoting critical thinking in the teaching of science could contribute to the development of positive opinions towards the environment in students.
Kurbanoglu & Nefes (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anxiety.</li> <li>• Attitude.</li> <li>• Context-based learning.</li> </ul>	Teachers should include questions based on the context of students to generate students' interest in science.
Lee & Erdogan (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• STS approach.</li> <li>• Attitude towards science.</li> <li>• Creativity.</li> </ul>	Students have fun learning Science when they actively participate in classes. The STS perspective improves the connection of the contents with the daily life of the students and their attitudes toward Science.
Ozmen (2008)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Theory of meaningful learning.</li> <li>• Alternative conceptions.</li> <li>• Computer-aided teaching.</li> </ul>	Complementing the teaching / learning methods with the use of the computer could improve the students' attitude towards chemistry.

Sadi & Cakiroglu (2011)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Active learning.</li> <li>• Attitude towards science.</li> <li>• Academic achievement.</li> </ul>	Employing a more active teaching / learning method in the classroom generates better attitudes toward science than traditional methods.
Sengel & Ozden (2010)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computer-aided teaching.</li> </ul>	The interactive features of computer-aided teaching could generate positive attitudes towards science.
Sesen & Tarhan (2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inquiry-based learning.</li> </ul>	In order to achieve the full potential of laboratory activities, it would be advisable to adopt an inquiry-based teaching/learning strategy. This would also improve attitudes toward science.
Shagog et al. (2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computer-aided teaching.</li> </ul>	Despite the fact that the use of virtual simulations has no effect on the attitude towards Science, with a longer intervention they could be improved.
Smith (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constructivist learning theory.</li> <li>• Inquiry-based learning.</li> <li>• Training of science teachers.</li> </ul>	The training of science teachers is a determining factor in the development of positive attitudes of students towards science students.
Ural & Ercan (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Theory of meaningful learning.</li> <li>• Conceptual maps.</li> <li>• Computer-aided teaching.</li> </ul>	Due to the digital age in which students are submerged, students have more positive attitudes towards Technology than previous generations. Thus, the use of computers or other digital materials becomes a motivating element in the teaching of science and, therefore, could improve attitude towards sciences.
Yakar & Baykara (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scientific literacy.</li> <li>• Inquiry-based learning.</li> <li>• Creativity.</li> <li>• Attitude towards science.</li> <li>• Initial teacher training.</li> </ul>	Using a teaching / learning strategy in laboratory practices has a positive impact on teachers' attitudes toward scientific experiments.

## 2.5. Comentarios finales

Los trabajos compendiados en el Capítulo 2 evidencian la potencialidad que poseen distintos métodos de enseñanza para mejorar la AC, además de la manifestada para las salidas de campo como recurso didáctico. Así, las revisiones sistemáticas realizadas muestran, por un lado, que el 40% (22 de los 55 seleccionados) de los trabajos que abordan la enseñanza basada en indagación exponen implicaciones educativas relativas a la AC del alumnado, y por otro, que el 41% (15 de los 37 seleccionados) de los estudios presentan efectos de las salidas de campo similares al caso anterior.

Esta aproximación cualitativa, que analiza la incidencia de los métodos y recursos de enseñanza de mayor tradición en la AC del alumnado, se ha complementado con un estudio de carácter cuantitativo y de más amplitud (no se limitó la búsqueda según el método de E-A). Tan es así que la conjunción de los tres estudios significa la consecución del OG<sub>1</sub> y, consecuentemente, nos permite aportar una respuesta plausible a la pregunta de investigación asociada (P<sub>1</sub>: ¿Qué efecto producen en la AC del alumnado los métodos y recursos de enseñanza de mayor tradición en DCE?):

Tal y como apuntamos en la presentación de este capítulo, la enseñanza basada en indagación y las salidas de campo parecen ser aquellas de mayor tradición en DCE. Sobre estas se ha podido comprobar:

- A partir de análisis cuantitativos, que la enseñanza basada en indagación ( $d = 0.49$ ) y aquella basada en contextos ( $d = 0.76$ ) presentan efectos significativos en la promoción de actitudes positivas hacia las ciencias entre el alumnado. En este sentido, consideramos el efecto generado por la enseñanza basada en contextos a fin de valorar indirecta y aproximadamente la influencia de las salidas de campo en la AC, dado que suelen ser un recurso recurrente en la puesta en marcha de este tipo de enseñanza.
- Y, mediante análisis cualitativos, que tanto la enseñanza basada en indagación como las salidas de campo favorecen la aparición de emociones positivas hacia el aprendizaje de las ciencias, además de estimular la curiosidad y el interés por los contenidos científicos (componentes de la dimensión afectiva del alumno). Por otra parte, facilitan la aprehensión de los contenidos científicos (dimensión cognitiva) y contribuyen al desarrollo de habilidades científicas (dimensión procedimental).

Estos resultados adquieren consistencia si los interpretamos conforme a la «Teoría de la acción razonada» (Fishbein y Azjen, 1975) presentada en la sección 1.4 del Capítulo 1 (Figura 2), donde se vinculaban las dimensiones cognitiva, afectiva y procedimental con la AC. Por tanto, al haber analizado

conjuntamente las bondades de la enseñanza basada en indagación y las salidas de campo sobre las dimensiones descritas, podemos afirmar con mayor seguridad que ambas son efectivas para promover entre el alumnado actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias. También pudimos comprobar estadísticamente que el método de E-A empleado para enseñar ciencias resulta ser un moderador a tener en cuenta en la promoción de actitudes positivas hacia las ciencias. Además, al «mirar hacia atrás» obtuvimos una parte importante de las nociones utilizadas en la construcción de la intervención presentada en el Capítulo 5. Entre otras, conocimos que:

- El profesorado necesita estar familiarizado con la enseñanza basada en indagación para mostrar seguridad en su puesta en marcha y aprovechar al completo las virtudes de esta estrategia de enseñanza.
- De la amplia gama de métodos identificados, el aprendizaje cooperativo parece producir efectos positivos mayores en la AC del alumnado que el resto.

Por último, los trabajos compilados en este capítulo conducen a la siguiente hipótesis: «el potencial de un método o recurso didáctico para mejorar la AC podría determinarse a partir de dónde, bajo qué condiciones y cómo se utiliza». Este supuesto emerge de las inferencias realizadas por los autores en los trabajos revisados, pues en las tres revisiones realizadas se han identificado indicios acerca de la posible influencia sobre la AC del lugar, las características de los agentes que toman parte en el proceso de E-A y el modo en el que se utilizan los distintos métodos o recursos didácticos.

# Capítulo 3

ACTITUD, ILUSTRACIONES Y LIBROS DE TEXTO

---

Qué se va a tratar...

- 3.1. Presentación
- 3.2. Artículo 4
- 3.3. Comentarios finales

### 3.1. Presentación

La atención dedicada desde la DCE al libro de texto y las ilustraciones es equiparable a la extensión de su uso en la enseñanza de las ciencias (en la sección 3.2 se incide sobre ello). No obstante, al aprovechar la búsqueda bibliográfica presentada en la sección 2.1 del Capítulo 2, pudimos identificar que la investigación desarrollada sobre estos recursos tiende a centrarse en el formato, el contenido u otras características específicas. Por tanto, nos encontramos ante avances dispares en ambas líneas de investigación, aportando conocimiento sobre las características de estos recursos didácticos frente al cómo se utilizan para enseñar ciencias. Consecuentemente, siguiendo las consideraciones finales del capítulo anterior (Figura 6), el cuerpo de conocimiento disponible es insuficiente para determinar la influencia del libro de texto y de las ilustraciones en la AC del alumnado.

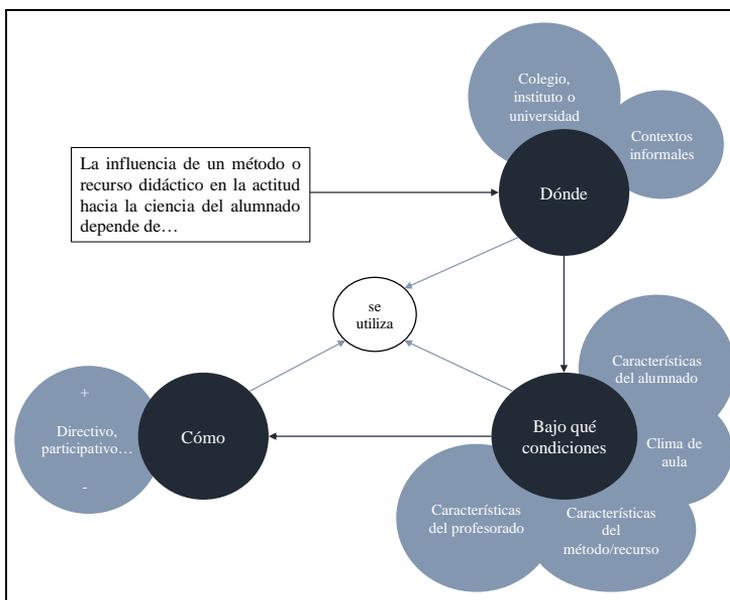


Figura 6. Factores que determinan la influencia del método/recurso en AC (artículo 3).

La situación descrita aconseja estudiar conjuntamente los factores que parecen determinar el potencial de los métodos y recursos didácticos para mejorar la AC. Una posible vía de ejecución es analizar las concepciones, opiniones y experiencias de los docentes sobre el rol del libro de texto y las ilustraciones en la enseñanza de las ciencias. Tan es así que acotamos el factor «dónde» a instituciones educativas, atendemos a las condiciones que enmarcan su uso y al cómo se integran en el proceso de E-A. En este sentido, el artículo 4 muestra la puesta en práctica de la vía propuesta, la cual se ha empleado para alcanzar el OG<sub>2</sub>.

## 3.2. Artículo 4

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, 36.3 (2018): 41-58  
Investigaciones didácticas

<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2423>  
ISSN (impreso): 0212-4521 / ISSN (digital): 2174-6486



# El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado: percepciones, experiencias y opiniones del profesorado

Textbooks, illustrations and student attitudes towards Science: Teacher perceptions, experiences and opinions

David Aguilera, F. Javier Perales Palacios

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. España.*  
david15@correo.ugr.es, fperales@ugr.es

**RESUMEN** • Materiales educativos como el libro de texto y las ilustraciones incluidas en ellos son habitualmente empleados en la enseñanza de las ciencias, de modo que estudiar su influencia en la actitud hacia la Ciencia del alumnado es apremiante, aún más cuando esta no atraviesa un buen momento. En este caso, hemos optado por la metodología cualitativa para analizar las percepciones del profesorado sobre la influencia de ambos recursos didácticos en la actitud hacia la Ciencia del alumnado, utilizando el grupo de discusión como herramienta de investigación y habiendo participado un total de diez docentes de educación primaria y secundaria. Los resultados evidencian que tanto el libro de texto como las ilustraciones son moderadores en la promoción de actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias, siempre y cuando se cumplan una serie de condiciones.

**PALABRAS CLAVE:** Enseñanza de las ciencias; Libro de texto; Ilustraciones; Actitud hacia la Ciencia; Concepciones.

**ABSTRACT** • Educational materials such as textbooks and illustrations included in them are usually used for science teaching, so studying their influence on the student's attitude to Science is pressing, especially when this variable is not going through a good moment. In this case, we have tested by qualitative methodology to analyze the perceptions of teachers about the influence of both didactic resources on students' attitude towards Science, using focus group as a research tool. In this study a total of 10 Education Primary and Secondary teachers have participated. The results show that textbooks and illustrations are moderating factors in promoting positive attitudes toward learning Science, provided that a number of conditions are met.

**KEYWORDS:** Science Education; Textbook; Illustrations; Attitude towards Science; Conceptions.

Recepción: julio 2017 • Aceptación: abril 2018 • Publicación: noviembre 2018

Aguilera, D., & Perales Palacios, J. (2018). El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado: percepciones, experiencias y opiniones del profesorado. *Enseñanza de las ciencias*, 36(3), 41-58.

David Aguilera, F. Javier Perales Palacios

## INTRODUCCIÓN

Las investigaciones destinadas al estudio del libro de texto (LT, en adelante) como recurso didáctico constituyen una línea prioritaria, acorde con el número de docentes que lo usan en sus clases y el rol que aquel adquiere en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Perales y Vílchez-González, 2012). Así, la importancia que el profesorado otorga al LT es de tal magnitud que, a menudo, se identifica con el currículo oficial; de hecho, cuando algunos profesores aluden al programa de su asignatura o a los contenidos que deben impartir se refieren a este material educativo y, en menor medida, a la legislación establecida por la Administración (Pro y Pro, 2011). Consecuentemente, el rol adquirido por el LT en las aulas, la adecuación de sus contenidos, sus erratas, sus limitaciones y otros aspectos han sido analizados (Calvo y Martín, 2005). Sin embargo, y a pesar de algunos juicios negativos mostrados sobre dichos aspectos, el LT sigue siendo, en términos generales, el recurso didáctico de referencia en la labor docente.

Frente a esta persistencia nos encontramos con un alumnado con capacidades, competencias y hábitos disonantes. Hecho que, en palabras de Carney y Levin (2002), nos lleva a hablar de «ciber-estudiantes» frente a los «libro-estudiantes» del siglo pasado. Ello ha provocado que en los últimos años haya aumentado la inclusión de ilustraciones, que han llegado a duplicar a las de hace cincuenta años (Lee, 2010). Contrariamente, la producción científica sobre el uso y el papel de las ilustraciones de los libros de texto (Carvalho, Tracana, Skujiene y Turcinaviciene, 2011), en particular, y de las representaciones visuales empleadas durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, en general, no han crecido a la par.

Por otro lado, nos encontramos ante un problema de actualidad, como es el declive del interés por aprender Ciencia que se evidencia en el alumnado (Marbá y Márquez, 2010). Esta situación podría incidir en el rendimiento académico, la imagen de la Ciencia y, como consecuencia de todo ello, en el futuro número de estudiantes de carreras científicas (Pro y Pérez, 2014).

Las reflexiones previas nos dibujan un escenario donde el profesorado continúa apostando mayoritariamente por el LT como recurso principal, mientras que el alumnado está habituado a convivir con las imágenes, mostrando mayor afinidad hacia ellas que hacia los textos escritos. Y, a su vez, todo ello se produce en un momento en el que la motivación y el interés del alumnado por aprender ciencias y estudiar carreras científicas se resienten. Por ende, este trabajo tiene por objetivo principal utilizar la perspectiva del profesorado para analizar la incidencia del LT y las ilustraciones en la actitud hacia la ciencia (AC, en adelante) de los alumnos, así como recoger las percepciones, experiencias y opiniones de este acerca del empleo del LT y de las ilustraciones en la enseñanza de las ciencias (EC, en adelante).

### El libro de texto y las ilustraciones en la enseñanza de las ciencias

Tal es la popularidad e importancia que ha adquirido para el profesorado este material educativo que resulta determinante en la estructura y gestión de las sesiones de ciencias (Mullis *et al.*, 2012). Por otro lado, el LT también aporta una serie de beneficios al alumnado, en tanto que se constituye como referencia para el estudio de las asignaturas tras la figura del profesor (Chiappetta, Sethna y Fillman, 1993). Además, se ha podido mostrar que los LT pueden contribuir a mejorar las habilidades de resolución de problemas, organizar la información, presentar hitos científicos relevantes, consolidar el aprendizaje y desarrollar la competencia lingüística (Ogan-Bekiroglu, 2007).

Autores como Eilam y Gilbert (2014) valoran que la EC (junto con las matemáticas) fuera pionera en incluir ayudas visuales al entorno de aprendizaje. Así, aquellas han sido utilizadas para observar, analizar y describir fenómenos científicos, por una parte, y, por otra, para acercar al aula fenómenos que de otro modo no podrían ser estudiados, siendo esto esencial para enriquecer de experiencias al alumnado y aumentar su interés por la ciencia (Eilam y Gilbert, 2014).

### El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado

Actualmente, el empleo de las ilustraciones en la EC está muy difundido, pues varias investigaciones han respaldado que el aprendizaje es mejor cuando se emplea el binomio palabras e ilustración, en lugar del uso único de la palabra (Clarck y Lyons, 2004). En este sentido, Mayer (2009) evidencia que la comprensión de los textos escritos aumenta cuando estos se acompañan por imágenes que guardan relación con el texto, hecho denominado por algunos autores como el «efecto multimedia» (Mayer, 2001). Todo ello ha conducido a los libros de texto, en particular, y a la EC en general, a otorgar una gran importancia a las ilustraciones, de modo que autores como López-Manjón y Postigo (2014) han mostrado que un porcentaje medio del 66,7 % de las páginas de los LT están ocupadas por tales representaciones visuales. Tal importancia se debe a que, tradicionalmente, las imágenes (y otros medios audiovisuales) se consideran beneficiosas para estimular el aprendizaje y contribuir a la comprensión de los contenidos (Reid, 1990). Otras razones que podrían respaldar el incremento de las ilustraciones en los LT es el desarrollo tecnológico en el que estamos inmersos, pues este facilita la creación y la inclusión de ilustraciones en el diseño de los libros escolares (Perales y Jiménez, 2002) y el potencial didáctico atribuido a estas (Hernández-Muñoz y Barrio de Santos, 2016). En este sentido, Díaz y Pandiella (2007) apuntan a que las ilustraciones, ocasionalmente, pueden convertirse en un adorno sin efecto alguno en el proceso de enseñanza-aprendizaje, aunque existen conceptos que no pueden entenderse únicamente a través de la palabra. No obstante, Cook (2006) aboga por la cautela en tanto al modo de empleo y características de cada ilustración, pues la asimilación del contenido pudiera tanto mejorar como empeorar según el grado de asociación existente entre el texto escrito y las ilustraciones utilizadas (Mayer, 2008).

A las consideraciones anteriores podríamos añadir que los textos de ciencias con fines educativos resultan más difíciles para su comprensión que los de otras áreas curriculares (Eason, Goldberg, Young, Geist y Cutting, 2012), así como que el tratamiento puramente teórico-textual dificulta la comprensión de los contenidos lo que, además, conduciría al deterioro de la motivación del alumnado (Moreno, 1998).

#### ¿Cómo inciden el libro de texto y las ilustraciones en la actitud hacia la ciencia?

Como ya avanzamos en la introducción de este trabajo, el nivel de AC del alumnado, en general, es alarmantemente bajo. Tanto es así que Osborne, Simon y Collins (2003) establecen el estudio de esta variable como prioritario en el área Didáctica de las Ciencias Experimentales. Por ello, consideramos oportuno profundizar en el conocimiento de cómo influyen materiales educativos tan utilizados en la EC, como son el LT y las ilustraciones, en la AC del alumnado, entendida como la conjugación de inclinaciones positivas o negativas, predisposición, interés y motivación por aprender ciencia (Koballa y Glynn, 2007).

Los LT difunden aquellos contenidos que la sociedad ve necesario transmitir, constituyéndose en una herramienta capaz de marcar las creencias y actitudes del alumnado sobre algún tema en particular o un área en general (Choppin, 1993). Frente a ello debemos prestar atención a uno de los objetivos más importantes de la educación científica en los niveles básicos, y no tan básicos, como es comprender y dar valor al mundo natural, sin apartar de esta meta la curiosidad y el disfrute (Lemke, 2006). Este objetivo implica dar valor a las emociones, sentimientos y actitudes del alumnado, pero no todos los LT consiguen tal cosa (López, 2015). A pesar de ello es frecuente que los escritores y editores de LT recurran a las bondades didácticas de las ilustraciones incluidas en su material didáctico, como esloganes que manifiestan mejorar el aprendizaje, facilitar la comprensión, fomentar la imaginación y la memoria, vincular los contenidos a la vida cotidiana del alumnado y motivarlo (Otero y Greca, 2004).

Las ilustraciones que acompañan a los textos del libro o aquellas que en un momento determinado serían susceptibles de usarse para ilustrar una explicación concreta podrían contribuir a fomentar el

David Aguilera, F. Javier Perales Palacios

amor por la naturaleza, provocar asombro, curiosidad y reflexión (López, 2015). Todo ello sería debido a que las ilustraciones, según Eilam y Gilbert (2014), se muestran como un medio eficaz para disminuir la complejidad de la EC, además de apoyar la construcción de modelos mentales, generar interés y motivación en el alumnado (Llorente, 2000), dirigir la atención de los alumnos a aquellos aspectos más llamativos e importantes de un fenómeno, o mejorar la comprensión y el recuerdo de los contenidos (Carney y Levin, 2002). En este sentido, Liu, Won y Treagust (2014) mostraron que una representación visual serviría para la consecución de tres objetivos esenciales para la enseñanza en general y de las ciencias en particular: hacer que la enseñanza sea atractiva para los alumnos y despertar su interés por el aprendizaje, dirigir la atención de los estudiantes y preestablecer algunos conocimientos previos para la enseñanza y el aprendizaje. En definitiva, provocar cambios en la AC del alumnado.

Las cualidades descritas sobre la ilustración para incidir en la AC del alumnado podrían deberse a que resulta capaz de ofrecer de manera holística una idea del proceso, fenómeno o concepto explicado, mientras que la simple lectura de un texto escrito se da de forma lineal, obligando al alumno a reconstruir mentalmente lo explicado para obtener una visión general de este (Moles, 1991). Además, las cualidades estéticas resultan útiles al mostrar el conocimiento científico de forma atractiva, aumentando así el interés por la materia tratada (Hernández-Muñoz y Barrio de Santos, 2016).

Por lo tanto, en el mundo actual, donde los teléfonos móviles, tabletas, ordenadores e internet son herramientas cada vez más accesibles para el alumnado, y que aportan las condiciones descritas a la vez que se encuentran estrechamente ligadas a las representaciones visuales, se hace impostergable el empleo de estos recursos para vincular la vida diaria a la actividad académica del alumnado (Grilli, Laxague y Bardoza, 2015), y contribuir así al desarrollo de actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias.

### Método

Acceder a las opiniones, percepciones y comprender las razones del profesorado es una tarea compleja, que necesita del diálogo y la observación, pero su consideración se hace esencial si admitimos que estas influyen en su práctica educativa (Farrel y Lim, 2005). Por lo tanto, para desarrollar este trabajo se ha empleado una metodología de naturaleza cualitativa y orientada a la comprensión en profundidad de un fenómeno educativo (en este caso, la incidencia del LT y las ilustraciones en la AC del alumnado) en aras de proporcionar un cuerpo organizado de conocimiento. Así, para tal propósito hemos utilizado la etnografía educativa (Del Rincón, 1997).

### Muestra

La selección de los participantes fue intencional, prestando atención a: 1) su formación y 2) el grado de interés por la investigación que aquí presentamos. En total participaron diez docentes con una experiencia profesional media de 14,7 años impartiendo docencia en asignaturas de ciencias. De ellos, cinco eran maestros de educación primaria (cuatro mujeres y un hombre) y cinco profesores de educación secundaria (cuatro mujeres y un hombre).

### Instrumento

Para la recogida de la información y la consecución de los objetivos establecidos se ha elaborado un grupo de discusión de veinte preguntas abiertas que giran en torno a tres núcleos temáticos: 1) el LT y la EC, 2) las ilustraciones y la EC y 3) la influencia de ambos recursos didácticos en la AC del alumnado.

El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado

Para la validación del instrumento se recurrió a cinco expertos con amplia experiencia investigadora en los LT y las ilustraciones en la EC, de modo que se les requirió que evaluaran la adecuación lingüística y de contenido para cada pregunta, además de solicitarles sugerencias para la conformación de la estructura del grupo de discusión. Además, siguiendo las recomendaciones de León y Montero (2002), se optó por seleccionar a cinco participantes para cada grupo de discusión y que su duración no excediera los noventa minutos.

**Procedimiento**

El proceso de investigación (figura 1) que hemos seguido atiende al esquema propuesto por Creswell (1998).

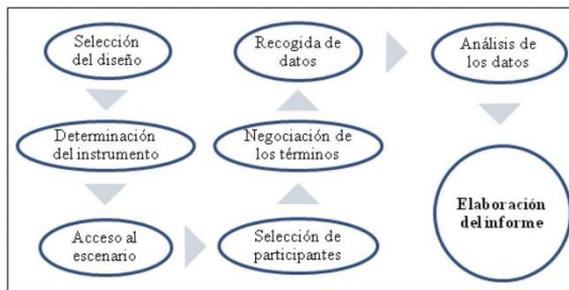


Fig. 1. Procedimiento de la investigación.

Tras la elección de la metodología y el instrumento, se contactó con los directores de tres centros educativos. Ello nos permitió el acceso a los candidatos; de este modo se informó a los tres claustros de profesorado sobre los propósitos de la investigación y se les proporcionaron datos de contacto para concertar una cita con aquellos interesados. Una vez recibidas las manifestaciones de interés por parte del profesorado, se llevó a cabo una reunión individualizada con cada uno de ellos, a fin de conocer su formación académica, experiencia docente, entre otras cuestiones, de las que nos servimos para seleccionar a los participantes.

Dadas las diferencias en formación y ocupación profesional, se decidió realizar dos grupos de discusión: uno con los maestros de educación primaria y otro con profesores de educación secundaria. La conformación y el procedimiento seguido fueron los mismos para ambos, de modo que en cada grupo focal intervinieron seis personas (cinco docentes y un moderador). A fin de otorgar credibilidad, transferibilidad, fiabilidad y confirmabilidad se realizó una recogida mecánica de la información mediante grabadoras de audio, se mantuvo al mismo moderador (uno de los autores del trabajo) en los dos grupos de discusión y se triangularon las informaciones obtenidas en cada uno de los coloquios.

**Análisis de los datos**

El procesamiento de los datos se realizó de acuerdo con el método de investigación cualitativo, de modo que se ha llevado a cabo una reducción de los datos mediante su categorización. Se crearon metacategorías, categorías y subcategorías a partir de dos procesos diferentes. Para las metacategorías se ha seguido un proceso deductivo, de modo que se ha partido de la fundamentación teórica y de los

David Aguilera, F. Javier Perales Palacios

objetivos señalados. Para las categorías y subcategorías se ha desarrollado un proceso inductivo, donde estas emergen de los datos producto de la transcripción de ambos grupos de discusión, entendiendo la expresión «emergen» como una decisión de los investigadores en aras de respetar la especificidad característica del material y, consecuentemente, la perspectiva de los participantes.

El análisis de los datos se realizó mediante el programa MaxQda v.12. Así se ha realizado un análisis horizontal del texto transcrito para observar las correlaciones entre las distintas categorías y subcategorías establecidas. Finalmente, mediante un procedimiento manual, se cruzaron los resultados obtenidos en ambos coloquios a fin de triangular los datos.

## Resultados

Se muestran los resultados obtenidos en los análisis horizontales de los grupos de discusión (GD, en adelante), además de un análisis específico de cada cuestión abordada en los coloquios, permitiéndonos la confrontación de las respuestas dadas por maestros (GM, en adelante) y profesores (GP, en adelante) de ciencias. Por tanto, los resultados se irán comentando a partir de cada metacategoría, profundizando en las categorías y subcategorías, además de ir añadiendo aquellos comentarios del profesorado representativos de cada una.

## Análisis horizontal de GM y GP

Este se ha realizado para las subcategorías LT e *imagen estática* (ilustraciones), pues ambas son de interés para la consecución del objetivo de estudio, de modo que se han cruzado con el sistema de categorías establecido. A continuación, la figura 2 muestra los resultados obtenidos en GM y GP.

En primer lugar, en aras de clarificar la interpretación de la figura 2, hemos de atender al tamaño de los cuadrados que aparecen en dicha figura, pues a mayor superficie de estos más correlación existe entre las dos subcategorías analizadas (*imagen estática* y LT). Por ende, si nos centramos en las dos metacategorías establecidas: 1) influencia del LT e ilustraciones en la AC y 2) LT, ilustraciones y EC, podemos observar cómo los docentes destacan en mayor medida la incidencia de las ilustraciones en la AC, pero cuando se abordan preguntas relacionadas con la segunda metacategoría, el LT cobra mayor importancia.

A continuación, se desglosan los resultados obtenidos en función de los objetivos establecidos, de modo que: 1) se analiza la influencia del LT y las ilustraciones en la AC y 2) se aborda el rol que asumen tanto el LT como las ilustraciones en la EC, distinguiendo entre la frecuencia de uso y la eficacia de ambos recursos didácticos.

## LT, ilustraciones y AC

Como ya apuntábamos en el apartado anterior, los maestros identifican la autonomía del alumnado como una condición necesaria para promover actitudes positivas hacia las ciencias en estos. En este sentido, los maestros vinculan el uso de ilustraciones al favorecimiento de actividades autónomas por parte del alumnado: «Y no solo ilustraciones que hagas tú, sino ilustraciones que hagan los niños. También es importante que ellos piensen, recuerden y lo plasmen en un dibujo, que piensen esto cómo lo hicimos, qué forma tenía, cómo era...» (D1 en GM).

El grado de comprensión de los contenidos impartidos en las áreas de ciencias es considerado por los docentes como un proceso esencial que debe ser satisfactorio en aras de mantener y generar interés entre el alumnado por el aprendizaje de las ciencias:

El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado

Sistema de códigos	GM		GP	
	Imagen estática	Libro de texto	Imagen estática	Libro de texto
<ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Influencia del libro de texto y las ilustraciones en la AC</li> <li>Autonomía del alumno</li> <li>Grado de comprensión</li> <li>Rutina</li> <li>Utilidad del conocimiento científico</li> <li>Importancia de la Ciencia</li> <li>Alfabetización científica</li> <li>Inquietudes</li> <li>Conexión con vida diaria</li> <li>Interés por la Ciencia</li> </ul> </li> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Libro de texto, ilustraciones y enseñanza de las ciencias</li> <li>Contexto                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Ajuste a la legislación</li> <li>Temática</li> <li>Curso</li> <li>Control del trabajo</li> <li>Falta de tiempo</li> </ul> </li> <li>Características didácticas desde perspectiva discente                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Cultura digital</li> <li>Aprendizaje significativo</li> <li>Representación mental</li> <li>Competencia lingüística</li> <li>Capacidad de abstracción</li> <li>Utilidad para estudiar</li> <li>Participación</li> <li>Recursos activos</li> </ul> </li> <li>Características didácticas desde perspectiva docente                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Conocimiento didáctico</li> <li>Evaluación</li> <li>Identificación de concepciones erróneas</li> <li>Estrategias tradicionales</li> <li>Planificación didáctica</li> <li>Complementariedad de recursos</li> <li>Recursos eficaces</li> </ul> </li> <li>Naturaleza y funciones del recurso didáctico                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo nivel cognitivo</li> <li>No centrado en el alumno</li> <li>Centrado en el alumno</li> <li>Imagen dinámica</li> <li>Imagen estática</li> <li>Frecuencia de uso</li> <li>Función motivadora</li> <li>Función explicativa</li> <li>Aprovechamiento del recurso</li> <li>Versatilidad del recurso</li> <li>Desventajas del recurso</li> <li>Ventajas del recurso</li> <li>Libro de texto</li> <li>Recursos digitales</li> </ul> </li> </ul> </li></ul>				

Fig. 2. Análisis horizontal para las categorías imagen estática y LT.

David Aguilera, F. Javier Perales Palacios

... el gusto por algo o el interés viene dado por la comprensión, si tú no comprendes algo como que lo dejas. Pero hay cosas muy duras, muy abstractas que cuando un niño las comprende, automáticamente se siente predispuesto [...]. Y entonces es ahí donde las imágenes colaboran en que comprendan y entiendan (D2 en GP).

Simultáneamente, los maestros parten de la comprensión de los contenidos para continuar con la conexión de estos con la vida cotidiana del alumnado. Dicho vínculo entre vida diaria y contenidos académicos es promovido tanto por el LT como por las ilustraciones (figura 2). No obstante, existen diferencias entre las respuestas dadas por los maestros y los profesores, ya que los primeros equiparan ambos recursos educativos a la capacidad de conectar lo académico con lo cotidiano, mientras que los segundos otorgan más responsabilidad a la ilustración en dicha tarea: «... las imágenes parten y complementan al texto, ellas ejemplifican o representan lo que dice el texto. Entonces, sí que muestran más cosas relacionadas con la vida cotidiana» (D1 en GP).

Sin embargo, a pesar de que el LT participa en la vinculación del contenido con la vida cotidiana del alumnado, los docentes afirman sobre esta que: «... es que el trato que el libro hace de la vida cotidiana de los niños está en un segundo plano: en un cuadrito chiquito o al final del tema» (D3 en GM).

Maestros y profesores coinciden al afirmar que el vínculo académico-realidad se encuentra estrechamente relacionado con la temática abordada, la concomitancia entre ambos grupos es total al ejemplificar de igual manera la situación descrita:

... dependerá del tema, de la cercanía de este. Por ejemplo los hábitos saludables suelen estar muy relacionados con la vida diaria en el libro (D1 en GM).

... por ejemplo la nutrición, la alimentación la relacionan con su vida cotidiana (D4 en GP).

Además, el curso es una variable determinante en la conexión de los contenidos con la vida cotidiana del alumnado, tal y como evidencian los docentes: «Yo creo que en el primer ciclo, quizás la vinculación sea mayor, porque incluso te encuentras temas que se titulan “mi colegio, mi barrio...”» (D5 en GM).

La creencia de que conectar el mundo académico con la vida diaria del alumnado contribuirá al desarrollo de actitudes positivas hacia el aprendizaje, en este caso de las ciencias, queda patente en las respuestas del profesorado: «Pues sí, yo creo que sí, porque presentar las cosas vinculadas a la vida cotidiana siempre creará mayor interés [en el alumnado]» (D5 en GP).

Avanzando en el análisis de la primera metacategoría, se puede apreciar cómo en ambos grupos de discusión se identifica al LT como una herramienta rutinaria, que podría menoscar la predisposición del alumnado por aprender ciencia. Así, al cuestionar a los docentes sobre la percepción de los estudiantes sobre el uso del LT, estos expresan que: «... sacar el libro es una cosa como “puf” otra vez lo mismo, la rutina de siempre» (D1 en GM).

Aunque resulta importante prestar atención a comentarios como este: «Claro es que lo que hace la rutina es que ya no lo valores ni lo aprecies. Así que yo creo que les pasaría igual [a los alumnos] en el caso del LT como si siempre se usa el laboratorio» (D2 en GP).

En este sentido, el profesorado es consciente de que un recurso que en principio podría resultar estimulante, si se realiza un uso prolongado en el tiempo e incluso se llega al límite del abuso, podría resultar contraproducente en cuanto a la mejora de la AC se refiere. La experiencia del profesorado y las conductas que estos perciben del alumnado les llevan a afirmar que: «... a los niños de primero [de educación primaria] les apetece trabajar más con el libro que a los más grandes. Claro es que tantos años con lo mismo, cuantos más años llevan usando el libro menos les gusta» (D5 en GM).

En cuanto a las ilustraciones y la AC, podemos afirmar que las primeras son recursos didácticos que moderan los niveles de AC del alumnado, según los resultados mostrados en la figura 2, encontrando sentencias como esta:

### El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado

... es verdad que muchas veces los niños recuerdan antes una imagen o algo visual que un texto. Además, en Naturales hay muchas cosas asquerosillas que les gustan a los niños y les vuelven locos, y parecerá tontería pero esas cosas asquerosillas les gustan y las retienen mejor. Y te las piden ellos [...], se involucran y se interesan más [por el aprendizaje de las ciencias] (D1 en GM).

Por otro lado, el rol del LT en la promoción de una AC positiva entre el alumnado no está tan claro en el discurso de los docentes, pues aunque algunos le adjudican características idóneas para tal fin:

A ver, yo pienso que sí, o sea a ver, una cosa son los contenidos que por defecto tienes que dar, pero siempre se enfocan lo más atractivos posible para el alumno. Además, luego también trae muchos anexos con cosas de actualidad y de interés para el alumno (D2 en GP).

Otros, en especial los maestros, remarcan la capacidad didáctica del docente como elemento esencial para hacer del LT una herramienta educativa eficaz en la creación de actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias: «... si tú ves que hay un tema que es aburrido para ellos y demás, eres tú el que tiene que darle una vuelta y hacerlo interesante» (D3 en GM).

De modo que existe consenso entre los docentes participantes al describir las ilustraciones como un recurso didáctico útil para promover una AC positiva en el alumnado. Contrariamente, la capacidad del LT para facilitar esta tarea queda ligada a las capacidades didácticas y pedagógicas del docente.

### Recursos eficaces y más utilizados para la EC

Maestros y profesores de ciencias coinciden en sus opiniones al respecto, pues en ambos coloquios se han identificado los recursos digitales y otros materiales visuales como herramientas idóneas para tal fin:

... las nuevas tecnologías son muy ilustrativas, y yo creo que con ese impacto visual les llegan [los contenidos] mucho más al alumnado que con el LT (D4 en GP).

... yo he tenido muy buenas experiencias con las *flash card*, sobre todo en cursos pequeños. Y sobre todo planteándolo como [...] abierto y participativo, que lo hace más ameno y atractivo (D3 en GM).

También encontramos otras experiencias que favorecen dicha participación, como las prácticas de laboratorio, las salidas de campo u otras actividades y/o recursos didácticos similares por su eficacia para enseñar ciencias.

La lógica podría invitarnos a pensar que aquellos recursos más eficaces serían los utilizados con mayor frecuencia, pero los resultados hallados indican lo contrario, dado que el de uso más generalizado es el LT. Al respecto, obtenemos respuestas como: «... el más usado es el LT, absolutamente» (D4 en GP); «... Nosotros usamos mucho el LT, más que ninguno» (D4 en GM).

A pesar de que los maestros reflejan un uso habitual de las ilustraciones en sus clases de ciencias (figura 2), estas, en su mayoría, no provienen de fuentes distintas al LT, sino que forman parte de este recurso educativo. Este hecho destaca al LT como un recurso versátil, tal y como muestra la figura 2 para el GM, y lo reafirma como el recurso educativo más ampliamente utilizado en la EC. No obstante, es interesante prestar atención a las diferencias existentes entre maestros y profesores en cuanto al uso de las ilustraciones y del LT se refiere, pues los resultados presentados sugieren que la frecuencia de uso del LT aumenta en la etapa de educación secundaria respecto a la de primaria, sucediendo lo contrario con el empleo de ilustraciones en la clase de ciencias. Hecho que queda refrendado en las siguientes declaraciones:

... yo diría que en los primeros ciclos [se les presta más atención] a las imágenes y en los últimos más al texto, porque tienen más contenido que los anteriores y tienen que recurrir más al texto (D3 en GM).

... yo creo que si nos referimos al tiempo que se le dedica a trabajar con imágenes o con el texto, yo creo que es con el texto (D2 en GP).

David Aguilera, F. Javier Perales Palacios

A la luz de los comentarios hechos por los docentes, el hecho de que el LT sea el recurso de uso más generalizado puede encontrar su principal razón en la planificación de la labor docente. Así, la necesidad de poseer un guión que aporte estructura, cohesión y coherencia al proceso de enseñanza-aprendizaje coloca al libro como material de referencia para tal fin, justificando esto la frecuencia con la que los docentes utilizan el LT para impartir sus clases. En este sentido, el Docente 1 del GM afirma: «... lo usé más o menos en clase, yo me planifico a partir del libro, o sea, para hacer los temas sigo el libro porque así sabes que estás trabajando los contenidos que te dice la ley».

### El LT y la EC

Como ya se adelantaba en el párrafo anterior, una de las principales ventajas que los docentes otorgan al LT es la adaptación didáctica que hace del currículum educativo, es decir, que el LT es un material que se ajusta a la legislación educativa:

... otra ventaja es que ya tienes los contenidos adaptados al currículum, por lo que esa tarea te la alivia el libro. Así que tú cojas el libro que cojas, en el curso que vayas, sabes que lo que viene ahí es lo que hay que dar, no tienes que irte *tú al Real Decreto o la Orden...* (D2 en GM).

Profundizando en las ventajas de este material educativo, maestros y profesores coinciden en establecer la contribución que hace el LT al desarrollo de la competencia lingüística y, más concretamente, a la lectoescritura como una de sus fortalezas. Así, el profesorado destaca el bajo nivel que el alumnado posee en la competencia lingüística: «... el nivel lector está fatal. Y eso también hay que desarrollarlo, porque te das cuenta que empiezan a leer y no hacen los puntos, las comas» (D5 en GP). Por lo tanto, los docentes sitúan como útiles para trabajar la competencia lingüística del alumnado a los textos que este recurso didáctico facilita para su lectura y las numerosas actividades en las que se requiere que el alumnado redacte:

Nosotros en segundo leemos, sobre todo para la comprensión lectora, porque en primer ciclo [de educación primaria] la lectoescritura tiene mucho peso. Así que yo en ciencias, pues les hago que lean y luego hacemos preguntas para ver qué han entendido... (D2 en GM).

Además, el LT según la opinión del profesorado es una herramienta útil y valiosa para el estudiante en cuanto al estudio de los contenidos teóricos de las asignaturas de ciencias, convirtiéndose prácticamente en la única fuente para aquel según apuntan los profesores: «al final lo que tienen los alumnos para estudiar es el libro» (D2 en GP). En este sentido, el profesorado es consciente de que el alumnado ha perdido el gusto por trabajar con el LT, pero no el interés por este porque: «el alumno sabe que ahí tiene los apuntes, tiene la teoría, y ya saben que no se tienen que molestar en buscarlo, en elaborarlo» (D4 en GP).

Esta situación conduce a una enseñanza centrada en el LT con características de la enseñanza tradicional, donde el trabajo de aula habitual se corresponde con:

Leer el texto, hacer algún esquema en la pizarra que el alumno debe copiar en su cuaderno y a la misma vez explicando aquellas cosas que quedan menos claras en el texto (D4 en GP).

Yo les hago leer [a los alumnos] mucho en el libro, porque la ley dice que tienen que leer y como no lean del libro, aunque sea en clase de Ciencias Naturales, no leen en clase. Además que lo hago en orden, empieza uno, sigue otro, otro... (D5 en GM).

De manera que algunos docentes participantes, de forma minoritaria, expresan que lo que a priori pudieran parecer ventajas podrían convertirse en desventajas si la labor docente cae en la tentación de llevar las fortalezas descritas al extremo: «Para mí sería una desventaja utilizar el libro como he visto en

### El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado

algunas clases, donde la clase es sentarte y leer y se tiran toda la hora leyendo el libro y eso obviamente es...» (D1 en GP).

Al hilo de esto, maestros y profesores exponen otras desventajas, de forma que ambos colectivos coinciden al describir las actividades propuestas por este material educativo con un nivel cognitivo excesivamente bajo en su mayoría. Así, según sus comentarios, las actividades más frecuentes en el LT son: «completar textos» (D3 en GM), «definir conceptos» (D4 en GM) y «relacionar, unir con flechas o rodear conceptos» (D5 en GM). Además, todos ellos manifiestan que el calendario académico y las horas establecidas para las asignaturas de ciencias son cortas, abocando todo ello a la falta de tiempo para acabar el temario del LT:

... hay muchos temas y tenemos poco tiempo, y tenemos que ir muy rápido. Entonces en los temas que podrías playarte un poco tampoco puedes porque no tienes tiempo. Así es el libro, porque si no das todo lo que viene no cumples (D3 en GM).

A todo ello los maestros añaden el control de su trabajo que ejercen, normalmente, las familias a través del LT. Situación que en ocasiones podría ser contraproducente para la calidad de la enseñanza y, consecuentemente, afectar al aprendizaje del alumnado: «El problema que tenemos es la presión y el agobio de que si los libros van a casa y hay actividades sin hacer o algo, parece que en clase no has hecho nada [para las familias]. Aunque en clase hayas estado haciendo un mural» (D2 en GM). A lo que añade Docente 4 en GM: «que al fin y al cabo estas cosas [en referencia a las actividades o recursos alternativos] son más ricas y beneficiosas para los alumnos, pero si no se ve avance en el LT parece que no estás haciendo nada en clase».

### Las ilustraciones y la EC

Maestros y profesores están de acuerdo en que el empleo de las ilustraciones para enseñar ciencias encuentra su principal justificación en la cultura digital que poseen los estudiantes, dado que:

... los niños de hoy en día están acostumbrados a tener muchas imágenes rodeándolos, porque los niños desde chicos están ya con las tabletas... y están más acostumbrados a un aprendizaje visual (D4 en GP).

... [Los alumnos] son más visuales, les interesa lo que les entra por el ojo. Y sobre todo en el primer ciclo [de educación primaria] ahí sí que van prácticamente mirando solo las imágenes, porque es lo que más interés les despierta (D2 en GM).

Por ende, utilizar distintas fotografías, gráficos, dibujos u otros elementos visuales para ilustrar los contenidos científicos contribuye a la vinculación del mundo académico con la vida cotidiana del alumnado, pues tal y como refleja el Docente 3 en GP «en la enseñanza debemos hacer una continuidad también de lo que es su punto fuerte, lo visual». En este sentido, según la percepción de los docentes, las representaciones visuales poseen una serie de ventajas que también justificarían su empleo como lo son:

- La capacidad para favorecer la representación mental de los contenidos:  
«... para comprender la materia, por ejemplo, los átomos, la estructura atómica, electrones, dónde están colocados... costaría mucho trabajo explicarlo sin una imagen» (D3 en GP).
- La utilidad para identificar aquellas concepciones erróneas del alumnado:  
«... yo he pedido muchas veces que con plastilina me representen los modelos atómicos o una molécula, por ejemplo la del amoníaco [...]. Y entonces tú ves que para ellos la molécula no es tridimensional te lo hacen plana, así que eso te sirve también para ver sus concepciones, las ideas que ellos tienen, por eso ahí detectas cosas que tú las das por sabidas y que no es así» (D5 en GP).

David Aguilera, F. Javier Perales Palacios

- La promoción de un rol activo y participativo del alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje:  
«... yo recibo más feed-back positivos por los alumnos cuando utilizamos vídeos, imágenes...» (D4 en GP).
- Y la función motivadora y explicativa inherente a las ilustraciones:  
«... puedes introducir las [las ilustraciones] como una función *motivadora*, por ejemplo si tú vas a hablar de las vías respiratorias y les pones [a los alumnos] una imagen real de unas cuerdas vocales, que así de primeras no saben lo que es, consigues que interactúen con la realidad y estén más enganchados» (D2 en GP).  
«... las ilustraciones ayudan a que la explicación entre por más sentidos [en referencia a la comprensión de los contenidos por parte del alumnado]» (D2 en GM).

Sin embargo, los docentes identifican la *capacidad de abstracción* (D5 en GP) y la edad (etapa educativa e incluso ciclo de esta) del alumnado, junto al tipo de representación visual utilizada y los elementos distractores que pudieran existir en la ilustración, como factores que hay que tener en cuenta para poder explotar idóneamente el potencial didáctico de las ilustraciones. Así, el Docente 4 en GM indica que el tipo de ilustración que se ha de utilizar en la EC «dependerá del ciclo donde te encuentres. Pero sí es cierto que las fotografías es el tipo que más se suele usar y con los más chicos aún más». De la misma forma, el Docente 1 en GM comenta que «... cuanto más grandes puedes elevar la dificultad [...]. En los cursos más grandes también puedes usar mucho los gráficos...». A esto, el Docente 5 en GP añade que para mejorar el potencial didáctico de las ilustraciones habría que «destacar en la ilustración aquellos aspectos que son verdaderamente importantes y que se obvian los que no tengan importancia».

## DISCUSIÓN

Comenzar la discusión de los resultados haciendo énfasis en el desencanto que los estudiantes sufren hacia las ciencias y su aprendizaje (Marbá-Tallada y Márquez, 2010) se torna esencial, más aún cuando algunos expertos han calificado esta situación como alarmante (Osborne *et al.*, 2003). En este sentido, y a la luz de las percepciones de los docentes, parece que el hastío que el alumnado muestra hacia las ciencias se ha propagado también entre aquel que ha elegido estudiar asignaturas de ciencias, sin mostrar el nivel de AC que cabría esperar: «... tengo la experiencia con un primero de bachiller de ciencias y ves cosas que dices que estos niños no tienen interés por nada. Ellos lo quieren todo fácil, rápido y mínimo esfuerzo y lo que les digo es “¡oye, que habéis elegido ciencias!”» (D5 en GP).

Esta puntualización da paso a la discusión de los resultados obtenidos conforme a los dos objetivos establecidos para este estudio. El primero de ellos alude al análisis de la influencia que pudieran ejercer el LT y las ilustraciones en la AC del alumnado, ello se justifica por la necesidad de prestar atención a las metodologías de enseñanza y recursos educativos empleados para enseñar ciencias (Tolstrup, Møller y Ulriksen, 2014), pues el abuso de metodologías transmisivas, con escasa participación del alumnado y baja carga motivadora, podría incidir notablemente en la AC de los alumnos (Fittell, 2010). En cuanto al LT, su incidencia en el declive de la AC podría estar provocada por el uso abusivo de este (Lee, 2010), dado que todos los docentes participantes han manifestado que el recurso que usan principalmente es el LT. Además, maestros y profesores coincidieron al calificar el uso del LT como rutinario para el alumnado, lo que pudiera redundar en la transmisión de una imagen inadecuada de la ciencia (King, 2010). Respecto a las ilustraciones, los docentes perciben que este recurso didáctico disminuye la complejidad de los contenidos científicos y mejora su comprensión, lo que genera interés y curiosidad en el alumnado, coincidiendo esto con lo expuesto por Eilam y Gilbert (2014), Carney y Levin (2002) o López (2015).

### El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado

El segundo propósito de este trabajo apunta al uso del LT y las ilustraciones en la EC. En este sentido, los resultados analizados indican que los docentes siguen apostando por el LT como el recurso didáctico más utilizado para la EC; en este hecho convergen otras investigaciones como la de Lee (2010). El factor detonante podría encontrarse en la utilidad que este material educativo posee para el profesorado, más allá de los beneficios que pudiera tener para el alumnado (Pro y Pro, 2011), pues como hemos podido observar los propios docentes justifican el uso frecuente del libro por su utilidad para la planificación de su labor profesional. Junto a esto, maestros y profesores opinan que los libros de texto son materiales fielmente ajustados a la legislación educativa, mientras que otros resultados de investigación indican lo contrario a esta creencia del personal docente (Calvo y Martín, 2005). Además, las experiencias narradas por los docentes sobre las clases de ciencias, que habitualmente imparten con el LT como recurso central (y prácticamente único), esbozan unas clases donde el enfoque tradicional es el más utilizado, situación que también ha sido descrita por Cañal, Travé y Pozuelos (2013). Por otro lado, los docentes describen las actividades propuestas por los libros de texto de ciencias con un perfil de bajo requerimiento cognitivo para el alumnado, tal y como Overman, Vermunt, Meijer, Bulte y Brekelmans (2013) confirman en su trabajo. No obstante, maestros y profesores opinan que el LT es un material que aún toda la información en un formato cómodo y ordenado, además de aportar seguridad y facilitar el estudio al alumnado, todas ellas cualidades que han sido descritas por autores como Pro y Pro (2011). También, los docentes participantes valoran el papel del LT en el desarrollo de la competencia lingüística del alumnado, hecho que igualmente ha sido apuntado por Ogan-Bekiroglu (2007).

En el caso de las ilustraciones, maestros y profesores justifican su empleo para la EC en la cultura digital y la competencia visual altamente desarrollada en el alumnado actual, de manera que utilizar recursos visuales en clase se convierte en un intento de adaptar la escuela a la sociedad actual, lo cual obedece a recomendaciones como las de Alonso, Guitert y Romeu (2014), quienes afirman que la inclusión de herramientas TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje representa un aumento de la calidad educativa. Vinculado a esto aparece la función motivadora de las ilustraciones, tan apreciada por el profesorado participante, pues esta capacidad inherente a las representaciones visuales participa en la producción de curiosidad, en el desarrollo de la creatividad y en el favorecimiento de la reflexión, según muestran los resultados obtenidos, que coinciden con las características otorgadas a este recurso didáctico por otras modalidades de investigación (López, 2015). Asimismo, hemos podido comprobar que los docentes poseen una serie de creencias respecto a las ilustraciones que coinciden con las halladas por Otero, Moreira y Greca (2002): *a)* mejoran la comprensión de los contenidos por sí mismas sin necesidad de explicación o aclaración por parte del docente, *b)* se recuerdan mejor que las palabras, *c)* son más pertinentes en los niveles educativos iniciales y *d)* facilitan la representación mental de los contenidos. En este sentido, los comentarios expuestos por el profesorado participante apuntan hacia una percepción de las ilustraciones que las sitúa como una herramienta clave para que el alumnado pueda entender los textos del libro de ciencias de forma clara y precisa, al igual que Perales y Vílchez (2015) mostraron en su estudio de encuesta. Sin embargo, es gratificante observar cómo el profesorado también posee creencias que sí están probadas por la investigación educativa, como es el caso de la eliminación de elementos distractores en las ilustraciones (Molina, Navarro, Lacruz y Ortega, 2017). Por último, los docentes perciben las ilustraciones como un recurso educativo que favorece la vinculación teoría/práctica y la identificación de las ideas previas del alumnado, percepciones que concurren con las expuestas en el trabajo de Maturano, Aguilar y Núñez (2009).

David Aguilera, F. Javier Perales Palacios

## CONCLUSIONES

Este trabajo tenía como propósito utilizar la perspectiva del profesorado para analizar la influencia del LT y las ilustraciones en la AC del alumnado, además de recoger sus percepciones, experiencias y opiniones acerca del empleo del LT y las ilustraciones en la EC. De este modo podemos concluir que:

1. El LT contribuye al desencantamiento del alumnado hacia las ciencias, principalmente por el uso abusivo que se hace de este. En contraposición, las ilustraciones constituyen un recurso didáctico eficaz en la promoción de AC positivas en el alumnado.
2. Consecuentemente, el LT se postula como un material didáctico ampliamente utilizado en la EC, con una cantidad considerable de materiales anexos que hace prácticamente imposible que todo ello pueda ser trabajado en el aula, pero que tiene dos fines concretos «dárselo todo hecho al profesor» (Perales y Vílchez, 2006) y, también, al alumno. Por otro lado, las ilustraciones se presentan como un recurso educativo cuyas principales fortalezas son la promoción del interés por aprender ciencia y su potencial explicativo, siendo un factor determinante en la explotación de dichas virtudes las condiciones en las que se presentan, pues habitualmente existe una diferencia abismal entre la percepción de los docentes sobre su práctica en el aula (considerada mayormente innovadora) y la realidad que tiene lugar en aquella (de enfoque tradicional) (Fernández, Tuset, Pérez y Leyva, 2009).

Finalmente, la principal limitación con la que nos encontramos en este trabajo es su validez externa, dado que se trata de un estudio realizado con una muestra concreta y de características específicas. No obstante, a la luz de los resultados obtenidos hemos podido comprobar que la información recogida en ambos grupos de discusión es muy similar, tal y como evidencia el estadístico Zeta de Kuckartz y Rädikers al arrojar un valor de 0,89 (dicho estadístico tiene en cuenta las categorizaciones realizadas en ambos grupos de discusión, ponderando aquellas coincidentes entre las no coincidentes). Así, podemos afirmar que la validez interna del estudio es alta y que el sistema de categorías elaborado para este es adecuado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, C., GUITERT, M. y ROMEU, T. (2014). Los entornos 1x1 en Cataluña. Entre las expectativas de las políticas educativas y las voces del profesorado. *Educar*, 50(1), pp. 41-64.
- CAIYO, M. A. y MARTÍN, M. (2005). Análisis de la adaptación de los libros de texto de ESO al currículo oficial, en el campo de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), pp. 17-32.
- CAÑAL, P., TRAVÉ, G. y POZUELOS F. J. (2013). Conocimiento del Medio: ¿qué hacemos? *Cuadernos de Pedagogía*, 432, pp. 48-50.
- CARNEY, R. N. y LEVIN, H. R. (2002). Pictorial illustrations still improve students' learning from text. *Educational Psychology Review*, 14(1), pp. 5-26. <https://dx.doi.org/10.1023/A:1013176309260>
- CARVALHO, G. S., TRACANA, R. B., SKUJIENE, G. y TURCINAVICIENE, J. (2011). Trends in Environmental Education Images of Textbooks from Western and Eastern European Countries and Non-European Countries. *International Journal of Science Education*, 33(18), pp. 2587-2610. <https://dx.doi.org/10.1080/09500693.2011.556831>
- CHIAPPETTA, E. L., SETHNA, G. H. y FILLMAN, D. A. (1993). Do middle school life science textbooks provide a balance of scientific literacy themes? *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), pp. 787-797. <https://dx.doi.org/10.1002/tea.3660300714>

## El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado

- CHOPPIN, A. (1993). Manuels scolaires, États et sociétés, XIX<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècles: introduction. *Histoire de l'Éducation*, 58, pp. 5-7.
- CLARK, R. C. y LYONS, C. (2004). *Graphics for Learning*. Pfeiffer: CA.
- COOK, M. P. (2006). Visual representations in Science Education: the influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science Education*, 90(6), pp. 1073-1091. <https://dx.doi.org/10.1002/sce.20164>
- CRESWELL, J. W. (1998). *Qualitative inquiry and research design. Choosing among five traditions*. California: Sage.
- DEL RINCÓN, D. (1997). *La metodología cualitativa orientada a la comprensión*. Barcelona: EDIOUC.
- DÍAZ, L. y PANDIELLA, S. (2007). Categorización de las ilustraciones presentes en libros de texto de tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), pp. 424-441.
- EASON, S. H., GOLDBERG, L. F., YOUNG, K. M., GEIST, M. C. y CUTTING, L. E. (2012). Reader-text interactions: How differential text and question types influence cognitive skills needed for reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 3, pp. 515-528. <https://dx.doi.org/10.1037/a0027182>
- EILAM, B. y GILBERT, J. K. (2014). The Significance of Visual Representations in the Teaching of Science. En B. Eilam y J. K. Gilbert (Eds.). *Science Teachers' Use of Visual Representations* (pp. 3-28). Suiza: Springer.
- FARRELL, T. C. y LIM, P. C. P. (2005). Conceptions of grammar teaching: A case study of teachers' beliefs and classroom practices. *TESL-Ej*, 9(2), pp. 1-13.
- FERNÁNDEZ, M. T., TUSET, A. M., PÉREZ, R. E. y LEYVA, A. C. (2009). Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus prácticas educativas en clases de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2), pp. 287-298.
- FITTELL, D. (2010). *Inquiry-based science in a primary classroom: professional development impacting practice*. Tesis doctoral. Queensland University of Technology.
- GRILLI, J., LAXAGUE, M. y BARDOZA, L. (2015). Dibujo, fotografía y Biología. Construir ciencia con y a partir de la imagen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), pp. 91-108. <https://dx.doi.org/10498/16926>
- HERNÁNDEZ-MUÑOZ, O. y BARRIO DE SANTOS, A. R. (2016). Necesidad de normalización en ilustración científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), pp. 160-175. <https://dx.doi.org/10498/18021>
- KING, C. J. H. (2010). An Analysis of Misconceptions in Science Textbooks: Earth science in England and Wales. *International Journal of Science Education*, 32(5), pp. 565-601. <https://dx.doi.org/10.1080/09500690902721681>
- KOBALLA, T. R. y GLYNN, S. M. (2007). Attitudinal and motivational constructs in science learning. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.). *Handbook of research on Science Education* (pp. 75-102). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- LEE, V. R. (2010). Adaptations and Continuities in the Use and Design of Visual Representations in US Middle School Science Textbooks. *International Journal of Science Education*, 32(8), pp. 1099-1126. <https://dx.doi.org/10.1080/09500690903253916>
- LEMKE, J. L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), pp. 5-12.
- LEÓN, O. y MONTERO, I. (2002). *Método de Investigación en Psicología y Educación*. Madrid: McGraw Hill.
- LIU, Y., WON, M. y TREAGUST, D. F. (2014). Secondary Biology Teachers' Use of Different Types of Diagrams for Different Purposes. En B. Eilam y J. K. Gilbert (Eds.). *Science Teachers' Use of Visual Representations* (pp. 103-122). Suiza: Springer.

David Aguilera, F. Javier Perales Palacios

- LLORENTE, E. (2000). Imágenes en la enseñanza. *Revista de Psicodidáctica*, 9, pp. 119-135.
- LÓPEZ, J. D. (2015). Construir una imagen de la ciencia: las ilustraciones de los libros escolares de lectura científica. En N. Padrós, E. Colleldemont y J. Soler (Eds.). *Actas del XVIII Coloquio de Historia de la Educación: Arte, literatura y educación Vol. 2* (pp. 125-138). Barcelona, España: Servei de Publicacions de la Universitat de Vic, Universitat Central de Catalunya.
- LÓPEZ-MANJÓN, A. y POSTIGO, Y. (2014). Análisis de las imágenes del cuerpo humano en libros de texto españoles de primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), pp. 551-570. <https://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1319>
- MARBÀ-TALLADA, A. y MÁRQUEZ C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal del sexto de Primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), pp. 19-28.
- MATURANO, C., AGUILAR, S. y NÚÑEZ, G. (2009). Propuestas para la utilización de imágenes en la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49(4), pp. 1-11.
- MAYER, R. (2001). *Multimedia learning*. Nueva York: Cambridge University Press.
- MAYER, R. (2008). Applying the science of learning: Evidence-based principles for the design of multimedia instruction. *American Psychologist*, 63(8), pp. 760-769. <https://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.63.8.760>
- MAYER, R. (2009). The next phase in multimedia learning. En S. Kalyuga (Ed.). *Managing cognitive load in adaptive multimedia learning* (pp. 10-12). Nueva York: Information Science Reference.
- MOLES, A. (1991). Pensar en línea, pensar en superficie. En J. Costa y A. Moles (Eds.). *Imagen Didáctica. Enciclopedia del Diseño*. Barcelona: Ceac.
- MOLINA, A. I., NAVARRO, O., LACRUZ, M. y ORTEGA, M. (2017). El empleo de técnicas de seguimiento ocular para evaluar materiales educativos en Educación Primaria. *Revista de Educación*, 376, pp. 87-109. <https://hdl.handle.net/10578/13890>
- MORENO, M. (1998). A cielo abierto: una experiencia de aprendizaje de la astronomía. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 18, pp. 75-83.
- MULLIS, I. V., MARTIN, M. O., MINNICH, C. A., STANCO, G. M., ARORA, A., CENTURINO, V. A. y CASTLE, C. E. (Eds.) (2012). *TIMSS 2011 encyclopedia: Education policy and curriculum in mathematics and science* (Vol. 1). Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- OGAN-BEKIROGLU, F. (2007). To what degree do the currently used physics textbooks meet the expectations? *Journal of Science Teacher Education*, 18, pp. 599-628. <https://dx.doi.org/10.1007/s10972-007-9045-8>
- OSBORNE, J., SIMON, S. y COLLINS, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), pp. 1049-1079. <https://dx.doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- OTERO, M. R. y GRECA, I. (2004). Las imágenes en los textos de Física: entre el optimismo y la prudencia. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 21(1), pp. 37-67.
- OTERO, M. R., MOREIRA, M. A. y GRECA, I. (2002). El uso de imágenes en textos de Física para la enseñanza secundaria y universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(2), pp. 127-154.
- OVERMAN, M., VERMUNT, J. D., MEIJER, P. C., BULTE, A. M. W. y BREKELMANS, M. (2013). Textbook questions in context-based and traditional chemistry curricula analysed from a content perspective and a learning activities perspective. *International Journal of Science Education*, 35(17), pp. 2954-2978. <https://dx.doi.org/10.1080/09500693.2012.680253>
- PERALES, F. J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), pp. 13-30.

---

El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado

---

- PERALES, F. J. y JIMÉNEZ, J. D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), pp. 369-386.
- PERALES, F. J. y VÍLCHEZ-GONZÁLEZ, J. M. (2012). Libros de texto: ni contigo ni sin ti tienen mis males remedio. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, pp. 75-82.
- PERALES, F. J. y VÍLCHEZ-GONZÁLEZ, J. M. (2015). Iniciación a la investigación educativa con estudiantes de secundaria: el papel de las ilustraciones en los libros de texto de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), pp. 243-262. <https://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1484>
- PRO, A. y PÉREZ, A. (2014). Actitudes de los alumnos de Primaria y Secundaria ante la visión dicotómica de la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), pp. 111-132. <https://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1015>
- PRO, C. y PRO, A. (2011). ¿Qué estamos enseñando con los libros de texto? La electricidad y la electrónica de Tecnología en 3.º ESO. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(2), pp. 149-170. <https://hdl.handle.net/10498/10850>
- REID, D. (1990). The role of pictures in learning biology: Part 1, perception and observation. *Journal of Biological Education*, 3(24), pp. 161-172. <https://dx.doi.org/10.1080/00219266.1990.9655135>
- TOLSTRUP, H., MØLLER, L. y ULRIKSEN, L. (2014). To Choose or Not to Choose Science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme. *International Journal of Science Education*, 36(2), pp. 186-215. <https://dx.doi.org/10.1080/09500693.2012.749362>

### 3.3. Comentarios finales

Por una parte, las discusiones desarrolladas ponen de manifiesto una realidad paralela a la presentada en la Figura 5 (sección 2.1 del Capítulo 2), de forma que desde la perspectiva académica las salidas de campo parecen ser las más representativas en la DCE, mientras que desde la perspectiva docente lo es el libro de texto.

Por otra parte, los maestros y profesores participantes en este sub-estudio identificaron la autonomía del alumnado, la comprensión de los contenidos y la conexión de estos con la vida diaria del alumnado como indicadores principales para analizar la influencia del libro de texto y de las ilustraciones en la AC del alumnado. En este sentido, los docentes apuntan a las ilustraciones como un recurso capaz de proporcionar autonomía (hasta el punto de ser el alumno quien elabore la ilustración), ligar el aprendizaje a la vida diaria y facilitar la representación mental de los contenidos. En contraposición, la relación del libro de texto con estos indicadores es bien distinta: (1) mayoritariamente restringe la autonomía del alumnado «lo que es, es lo que viene en el libro»; (2) los nexos con la vida diaria suelen ser menos explícitos; y (3) la comprensión del contenido depende en gran medida de la competencia lingüística del alumnado.

La Figura 6, mostrada en la presentación de este capítulo, pretendía plasmar la hipótesis producto de los artículos compilados en el Capítulo 2: «el potencial de un método o recurso didáctico para mejorar la AC podría determinarse a partir de dónde, bajo qué condiciones y cómo se utiliza este». Esta situación hipotética puede aceptarse si valoramos los hallazgos del artículo 4 conjuntamente, obteniendo que:

1. El contexto en el que se implementan los distintos métodos o recursos didácticos parece incidir en la predisposición del alumnado para aprender ciencia. Sin embargo, ejerce una influencia a corto plazo, la cual podría desvanecerse tras un uso rutinario del mismo.
2. La competencia psico-didáctica del docente y las capacidades del alumno, junto con las características del método o recurso didáctico utilizado predeterminan su capacidad para incidir positivamente en la AC del alumnado.
3. La influencia en la AC del libro de texto y de las ilustraciones responde, en última instancia, al uso que se haga de estos. Tan es así que el «modus operandi» podría aumentar, reducir o anular su influencia en la AC del alumnado (Figura 7).

En definitiva, conforme al análisis de la perspectiva docente, asociar el libro de texto a un método de enseñanza tradicional, enmarcado habitualmente en un modelo directivo, parece menoscabar la AC del alumnado. Este mismo

efecto parece producirse al no dirigir la atención del alumnado hacia aquellos elementos verdaderamente importantes de las ilustraciones empleadas para enseñar ciencias.

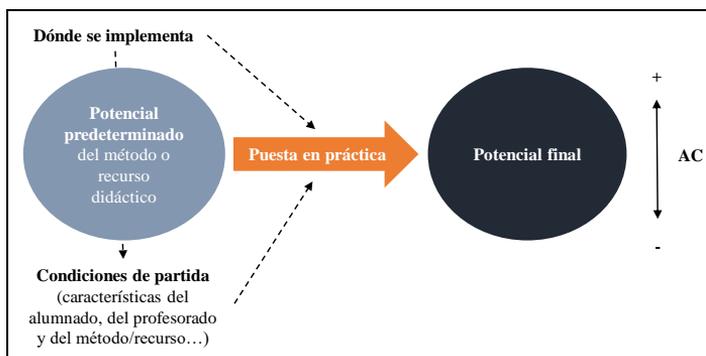


Figura 7. Concreción de la hipótesis planteada.

Finalmente, en relación al OE<sub>2,1</sub>, el Anexo 3 reúne el desarrollo y validación del instrumento creado y la transcripción de los grupos de discusión desarrollados.

# Capítulo 4

EL «SCHOOL SCIENCE ATTITUDE QUESTIONNAIRE»

---

Qué se va a tratar...

- 4.1. Presentación
- 4.2. Artículo 5
- 4.3. Comentarios finales

## 4.1. Presentación

Este capítulo aborda el OE<sub>3.1</sub>, de forma que el artículo 5 presenta el proceso seguido para traducir, adaptar y validar el cuestionario SSAQ (*School Science Attitude Questionnaire*) basado en aquel creado por Barak et al. (2011).

## 4.2. Artículo 5<sup>5</sup>

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias soc(x), \*\*\*\* (201x)

FUNDAMENTOS Y LÍNEAS DE TRABAJO

### Actitud hacia la Ciencia: desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ)

David Aguilera <sup>a</sup>, F. Javier Perales-Palacios <sup>b</sup>

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada. Granada, España  
<sup>a</sup> davidaguilera@ugr.es, <sup>b</sup> fperales@ugr.es

[Recibido en, aceptado en]

**Resumen:** El objetivo de este estudio es facilitar la labor docente e investigadora en relación a la actitud hacia la ciencia del alumnado mediante el desarrollo y la validación de la versión española del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). Tras una revisión de la literatura, pudimos observar la escasez de instrumentos diseñados y validados sobre dicha temática en idioma español, de este modo el SSAQ se ha constituido a partir de un instrumento de reciente creación, con validez de contenido y pilotado, pero carente de un soporte teórico sólido y de validez de constructo. El proceso que hemos seguido atiende a su traducción del inglés al español y a la idoneidad del contenido mediante valoración de expertos a fin de realizar la validación en el contexto académico español. La validez psicométrica del instrumento, constituido por cuatro dimensiones y 20 ítems, se realizó sobre una muestra de 259 alumnos de Educación Secundaria Obligatoria (1º a 4º curso). El análisis estructural exploratorio arroja unos valores satisfactorios, al igual que el confirmatorio, en el que el ajuste estadístico es adecuado según los valores obtenidos para  $\chi^2/g.l.$  (1.028), GFI (.986), RMR (.056) y NFI (.980). Finalmente, las cuatro dimensiones y los ítems que componen la estructura del SSAQ se ajustan al vínculo existente entre creencia y actitud según la Teoría de la Acción Razonada.

**Palabras clave:** Enseñanza de las ciencias, actitud hacia la ciencia, validez de constructo, cuestionario.

**Attitude towards Science: Development and structural validation of School Science Attitude Questionnaire (SSAQ)**

**Abstract:** The objective of this study is to facilitate teaching and research related to students' attitude toward science, by development and validation of Spanish version of the School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). Following a thorough review of the literature, we could observe the shortage of instruments designed and validated in Spanish, so the SSAQ has been constructed from a recently created instrument, with content validity and piloted, but lacking of a solid theoretical support and construct validity. The process followed attends to its translation from English into Spanish and suitability of the content through expert assessment in order to carry out the validation in the Spanish academic context. The psychometric validity of the instrument, consisting of four factors and 20 items, was performed on a sample of 259 students of Secondary Education (1st to 4th grade). The exploratory structural analysis yields satisfactory values, also the confirmatory factor analysis shows an adequate statistical fit, according to the values obtained for  $\chi^2/d.f.$  (1.028), CFI (.986), RMR (.056) and NFI (.980). Finally, the four factors and the items that make up the structure of the SSAQ are adjusted to the link between belief and attitude according to the Theory of Reasoned Action.

**Keywords:** Science education, attitude towards science, construct validity, questionnaire.

Para citar este artículo: Aguilera D, Perales-Palacios FJ. (201X) Actitud hacia la Ciencia: Desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias soc(x)*, xxx. doi:

#### Introducción

La evaluación de la actitud hacia la ciencia del alumnado se ha abordado en numerosos trabajos, generando una producción científica considerable (Osborne, Simon y Collins 2003). No obstante, valorar la actitud de un individuo no es una tarea sencilla, dado que son múltiples los factores que actúan como moderadores, provocando que la actitud de un individuo oscile en el rango mala-excelente (Schwarz 2007). En este sentido, Stark y Gray (1999) afirman que el desencanto mostrado por los estudiantes hacia la ciencia escolar podría deberse a las actividades,

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias  
 Universidad de Cádiz, APAC-Eureka. ISSN: 1697-011X

doi:

<http://reurede.uca.es>

<sup>5</sup> Este trabajo está siendo evaluado en la *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*.

explicaciones u otras acciones que acontecen durante las clases de ciencias, pudiendo no ser de su agrado. Al hilo de este acontecimiento, Mazas y Bravo-Torija (2018) recogen en su estudio que un porcentaje elevado de los futuros maestros y maestras de Educación Infantil y Primaria reconocen no tener recursos y conocimientos suficientes para enseñar ciencias.

La situación descrita nos invita a revisar aquellos instrumentos diseñados y utilizados para evaluar el constructo de actitud hacia la ciencia con el fin de proveer de instrumentos fiables y válidos, no sólo a aquellos que investigan en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, sino también a maestros y profesores de ciencias con objeto de facilitar su labor docente. En este sentido, Summers y Abd-El-Khalick (2018), además de aportar el proceso de desarrollo y validación de un nuevo cuestionario (BRAINS) para medir la actitud hacia la ciencia del alumnado, revisan el estado de desarrollo y validación de otros 17 instrumentos ya existentes.

A estos instrumentos, todos ellos en inglés, hemos de añadir aquellos creados (o adaptados) y validados en español, pues son estos últimos los que marcarán la necesidad de incrementar o no el número de cuestionarios en dicho idioma para medir el constructo actitud hacia la ciencia. Así, nos encontramos ante dos instrumentos en español que aportan datos acerca de su fiabilidad y validez de constructo, estos son: los cuestionarios TOSRA para hispano hablantes (Navarro, Förster, González y González-Pose 2016) y S-SSAS (Toma y Meneses-Villagrà 2019). El primero consta de 70 ítems y está destinado a Educación Secundaria, mientras que el segundo se compone de 10 ítems y fue diseñado para alumnado de Educación Primaria. También han de considerarse los cuestionarios PAC, para estudiantes de Educación Secundaria, Bachillerato y Universidad (Vázquez y Manassero 1997), ROSE, destinado a alumnado de los últimos cursos de Educación Primaria y Educación Secundaria, (p. ej.: Marbá-Tallada y Márquez 2010; Vázquez y Manassero 2008) y PANA, para alumnado de Educación Primaria y Secundaria (Pérez-Manzano 2012). Estos últimos tres cuestionarios han sido traducidos o diseñados directamente en idioma español, pero no han probado su validez y fiabilidad (p. ej.: PANA) o no muestran una validez y fiabilidad sólidas (p. ej.: la versión en español de ROSE y PAC).

A la luz de la revisión de la literatura comentada, se deduce que disponemos de escasos instrumentos con fiabilidad y validez contrastada para medir la actitud hacia la ciencia del alumnado hispano hablante. Ello acentúa la necesidad de desarrollar, traducir o adaptar nuevos instrumentos capaces de medir un constructo tan complejo y multifacético como es la actitud hacia la ciencia. En este sentido, buscando aportar un instrumento más a la limitada gama de cuestionarios disponibles para valorar la actitud hacia la ciencia del alumnado, el presente trabajo pretende:

- (1) Traducir al español y adaptar al constructo actitud hacia la ciencia, el cuestionario de Barak, Ashar y Dori (2011) basado en el SMQ (Glynn y Koballa 2006).
- (2) Realizar una validación estructural exploratoria de la versión traducida para la etapa de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

#### Contextualización del School Science Attitude Questionnaire

El instrumento, sobre el cual versa este trabajo, surge a partir de una exhaustiva revisión de la literatura y de las intenciones descritas anteriormente. Así, dicha revisión nos permitió identificar un cuestionario basado en el SMQ (Glynn y Koballa 2006) diseñado por los autores Barak et al. (2011), los cuales determinaron su validez de contenido (evaluación por expertos y maestros del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales) y aportaron datos sobre su fiabilidad (Alfa de Cronbach = .88). Sin embargo, las modificaciones que Barak et al. (2011) realizaron para crear el nuevo instrumento fueron sustanciales:

- Redujeron el número de ítems, pasando de 30 a 20.

- Reformularon los ítems para adaptarlos a las características del alumnado de Educación Primaria.
- Transformaron la escala tipo Likert de 1 a 5 del instrumento original (nunca-siempre), basada en frecuencias, por una de orientación evaluativa (muy en desacuerdo-muy de acuerdo).
- Crearon unas dimensiones nuevas, diferentes a las del cuestionario original.

Como consecuencia de lo anterior, Barak et al. (2011) acercaron su cuestionario más al constructo «actitud hacia la ciencia» que al de «motivación hacia la ciencia» (los siguientes apartados inciden sobre ello). A la vez los cambios descritos dan lugar a un instrumento diferente, hecho que obliga a aportar un soporte teórico claro y consistente (Messick 1989) en aras de ejecutar una validación de constructo e identificar una fiabilidad robusta (Pearl 1974).

En definitiva, dado que el SMQ fue el instrumento que inspiró a Barak et al. (2011) para confeccionar el anteriormente descrito y considerando el constructo al que este se pretende adaptar (actitud hacia la ciencia), decidimos denominar dicho instrumento como «School Science Attitude Questionnaire (SSAQ)».

### **El concepto actitud, actitud hacia la ciencia y sus moderadores**

El concepto de actitud y su interpretación ha evolucionado desde su aparición hasta los modelos teóricos aceptados actualmente. Así, la influencia ejercida tradicionalmente por la psicología social y educativa en la definición del concepto actitud hacia la ciencia modificó la consideración conductista por la cognitivista (Richardson 1996), para finalmente situar el concepto de actitud dentro del dominio afectivo, hecho que llevó a definir la actitud hacia la ciencia como la disposición y la inclinación afectiva positiva o negativa por aprender ciencia (Koballa y Glynn 2007). Sin embargo, las actitudes no aparecen de forma aislada, sino que se encuentran estrechamente relacionadas con factores cognitivos y conductuales, además del ya citado afectivo. Ello se ha explicado satisfactoriamente en la «Teoría de la Acción Razonada» (Fishbein y Ajzen 1975), convirtiéndose en una de las más referenciadas para argumentar el concepto de actitud hacia la ciencia.

La «Teoría de la Acción Razonada» aborda los constructos creencia, actitud, intención de comportamiento y comportamiento, los cuales se vinculan entre sí, no significando esto que sean constructos idénticos. Por tanto, mientras la actitud se refiere a la evaluación favorable y desfavorable que realiza el individuo sobre algo, las creencias representan la información que posee este sobre dicho elemento (Fishbein y Ajzen 1975). Tan es así, que la actitud es un constructo de dominio afectivo, con elevada carga evaluativa y determinada por las creencias (Ajzen y Fishbein 2005). En resumen, las creencias que posee un individuo hacia algo derivan en un conjunto de reacciones afectivas (favorables o desfavorables) hacia el mismo (actitud), las cuales predisponen a dicho individuo a ejecutar un comportamiento concreto (Ramsden 1998). No obstante, Koballa (1988a) puntualiza que la intención de comportamiento no determina completamente el comportamiento de un individuo. Siguiendo la teoría descrita, la valoración de la actitud del alumnado hacia la ciencia debería centrar su atención, por un lado, en las creencias y percepciones relativas a la capacidad/habilidad científica, importancia y utilidad de la ciencia, y por otro, a las reacciones afectivas que aquel manifiesta en forma de interés y disfrute hacia el estudio de la ciencia. Así, todos los componentes descritos podrían constituir un medio adecuado para medir la actitud hacia la ciencia del alumnado (Speering y Rennie 1996).

Los supuestos teóricos que respaldan al concepto de actitud y, en consecuencia, al de actitud hacia la ciencia, resaltan la complejidad y multidimensionalidad de este constructo y, con ello, la posibilidad de que numerosos factores pudieran influir en aquella (Newell, Tharp, Moreno,

Zientek y Vogt 2015). En este sentido, las variables moderadoras más estudiadas han sido el sexo y la edad del alumnado (Potvin y Hasni 2014).

En cuanto al sexo del alumnado, se trata de una de las variables moderadoras que más resultados contradictorios parece haber generado en esta línea de investigación, puesto que algunos estudios afirman que los niños suelen mostrar mejor actitud hacia la ciencia que las niñas (Denessen, Vos, Hasselman y Louws 2015; De Witt y Archer 2015; Pro y Pérez-Manzano 2014), mientras que otros no observan diferencia alguna (Akpinar, Yildiz, Tatar y Ergin 2009; Toma y Greca 2018). Por ende, parece que todavía se está lejos de alcanzar un consenso acerca de la relación entre el sexo del alumnado y su actitud hacia la ciencia. Por el contrario, los análisis realizados por múltiples estudios parecen consensuar que la edad, asociada a la promoción de los estudiantes en las distintas etapas del sistema educativo, es una variable que incide también en la actitud hacia la ciencia. Esta relación podría describirse como inversa, pues a medida que el alumnado avanza de curso, las actitudes favorables hacia la ciencia disminuyen drásticamente (Ali, Yager, Hacieminoglu y Caliskan 2013; Marbá-Tallada y Márquez 2010; Said, Summers, Abd-El-Khalick y Wang 2016; Vázquez y Manassero 2008). En esta misma línea de variables intrínsecas, el rendimiento académico constituye otra variable de recurrente consideración, estando altamente correlacionado un buen rendimiento académico en las asignaturas de naturaleza científica con una buena actitud hacia las ciencias (Caleon y Subramaniam 2008). También la competencia científica del alumnado, así como la dificultad que este percibe sobre el aprendizaje de los contenidos científicos, parecen estar relacionados con la actitud que este muestra hacia el aprendizaje de las ciencias (Chi, Wang, Liu y Zhu 2017).

Por otra parte, diferentes estudios han centrado su atención en aquellas variables extrínsecas al alumno, de forma que se han aportado datos que identifican la influencia en la actitud hacia la ciencia del alumnado de: el método de enseñanza empleado (Aguilera y Perales 2018a), determinados recursos didácticos como el libro de texto o las ilustraciones (Aguilera y Perales 2018b), el nivel de desarrollo del país en el que reside el alumno (Sjøberg y Schreiner 2010) o la ocupación de sus padres (Chi et al. 2017).

**Método**

Este trabajo presenta la validación de constructo del SSAQ, la cual se ha realizado conforme a las directrices de Lloret-Segura, Ferreres-Traver, Hernández-Baeza y Tomás-Marco (2014). Así, se ha desarrollado un AFE (Análisis Factorial Exploratorio), al que le ha seguido un análisis factorial confirmatorio (AFC).

**Participantes**

La muestra la conforman 259 estudiantes de ESO, la selección de estos se realizó mediante muestreo no probabilístico intencional por razones de accesibilidad. La conveniencia de la muestra radicó en la participación del centro educativa en un proyecto de investigación e innovación en colaboración con la Universidad de Granada (a través de los autores de este trabajo). Los datos proceden del alumnado matriculado en los cursos de 1º a 4º de ESO en un instituto del sur de Córdoba (España), participando un total de 130 alumnos y 129 alumnas (Tabla 1). El 14.7% (N = 38) del total de la muestra de alumnos, todos ellos de cuarto curso, cursaban las ramas de Salud o Tecnología.

**Tabla 1.** Datos socio-demográficos de la muestra.

Sexo	1º ESO	2º ESO	3º ESO	4º ESO	Total
Hombre	29	24	42	35	130
Mujer	28	30	43	28	129
Total	57	54	85	63	259

La participación de los estudiantes ha sido autorizada por la Administración educativa correspondiente, en este caso la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía; además ha sido aprobada en el Consejo escolar del centro educativo y por los representantes legales de cada alumno.

#### **Traducción del instrumento**

La traducción del cuestionario se realizó según el procedimiento sugerido por Borsa, Damásio y Bandeira (2012). Así, en primer lugar un maestro bilingüe tradujo el cuestionario del inglés al español. Posteriormente, una maestra (también bilingüe) llevó a cabo una traducción inversa de cada uno de los ítems, resultando semejantes la versión inglesa original y la traducción inversa. A modo de ejemplo, el ítem 1 «I think that science is an interesting subject» (versión original) mantuvo su estructura y significado en la traducción inversa «I think that science is an interesting topic», pues la variante resultó equivalente al tratarse de sinónimos.

#### **Adaptación del instrumento**

La relación entre actitud y motivación es evidente, de ahí que a menudo se usen ambos términos como sinónimos. No obstante, actitud y motivación son dos constructos diferentes con referentes teóricos propios (Koballa y Glynn 2007). Al hilo de esta situación, decidimos adaptar el cuestionario diseñado por Barak et al. (2011) al constructo teórico más próximo, correspondiéndose al de actitud hacia la ciencia según sus características, en lugar de la motivación hacia el aprendizaje de esta (constructo medido por el SMQ, en el cual se basa). Ello se debe principalmente a dos cuestiones:

- (1) La amplia mayoría de los ítems se expresan en términos afectivos y/o de creencia (solamente los ítems 15 y 16 se expresan en términos de acción), hecho que lo hace afín al constructo de actitud según la «Teoría de la Acción Razonada» (Fishbein y Ajzen 1975).
- (2) Las dimensiones que lo componen (importancia de la ciencia para el estudiante; autoeficacia; interés y disfrute; y conexión de la ciencia con la vida diaria del estudiante) lo aproximan al constructo actitud hacia la ciencia, sustentándose esto en el estudio desarrollado por Speering y Rennie (1996), quienes afirman que aquella se constituye a partir de:
  - la percepción del estudiante sobre su rendimiento en ciencias (autoeficacia);
  - las expectativas de futuro en el estudio de las ciencias (conexión con la vida diaria);
  - la importancia y utilidad de la ciencia percibida por el estudiante (importancia de la ciencia);
  - y el disfrute con su práctica o estudio (interés y disfrute).

Por el contrario, lo que reafirma la necesidad de esta adaptación, observamos que Glynn y Koballa (2006) describen cinco dimensiones para medir la motivación del alumnado por aprender ciencia netamente diferentes a las propuestas en Barak et al. (2011):

- motivación intrínseca;
- motivación extrínseca;
- autodeterminación;
- autoeficacia;
- y ansiedad provocada por la evaluación.

Por estas razones, el cuestionario creado por Barak et al. (2011), al cual hemos nombrado SSAQ, se ajusta en mayor medida al concepto actitud hacia la ciencia, alejándose considerablemente del constructo teórico medido por el SMQ, es decir, la motivación hacia el aprendizaje de la ciencia.

Tras determinar el constructo medido por el SSAQ según las dimensiones y los ítems que lo componen, se procedió a analizar su ajuste a la definición de actitud hacia la ciencia. Como hemos referido, según la «Teoría de la Acción Razonada» la actitud es una reacción afectiva (positiva o negativa) hacia algo, la ciencia en nuestro caso, la cual está supeditada por las creencias que pueda poseer el estudiante sobre esta (Fishbein y Ajzen 1975). Por tanto, parece coherente afirmar que si pretendemos evaluar la actitud hacia la ciencia del alumnado debemos atender a sus creencias y afinidad afectiva hacia esta. Consecuentemente, y ajustándose a la definición de actitud dada por Koballa y Glynn (2007), los ítems de un cuestionario que pretende medir el constructo actitud hacia la ciencia deben redactarse en términos de creencia (p. ej.: Creo/Pienso que...) o de afinidad afectiva (p. ej.: Me gusta.../Me divierte...). Así, a fin de ajustar el SSAQ a los fundamentos teóricos descritos, se modificó el ítem 16 redactado en términos de acción en su versión inicial («Leo artículos y veo programas de televisión que tratan temas científicos») y expresado en términos afectivos en la versión actual («Me gusta leer artículos y ver programas que tratan temas científicos»). El ítem 15 «Ayudo a los demás en las clases de ciencias», a pesar de estar redactado también en términos de acción, no fue modificado debido a las implicaciones de la acción de ayudar: cognitivas (evaluación de la capacidad/habilidad científica), afectivas (empatía) y conductuales (claro ejemplo de predisposición).

Para finalizar el proceso de adaptación, un doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales y dos docentes (un maestro de Educación Primaria y un profesor de ESO) con experiencia en la enseñanza de las ciencias, verificaron que los ítems fuesen apropiados para ser suministrados a alumnos de ESO.

#### Formato del instrumento y definición de sus dimensiones

Los 20 ítems que componen al SSAQ se distribuyen en cuatro factores latentes (dimensiones) no jerárquicos. De este modo el agrupamiento de los ítems es el siguiente:

- Importancia de la ciencia para el estudiante (D1): valora la relevancia otorgada por el alumnado a las asignaturas de ciencias, al conocimiento científico adquirido en ellas y, derivado de lo anterior, a la ciencia en general. De este modo, cuanto mayor sea la puntuación en este factor, mayor será el valor dado por el estudiante a la ciencia y la ciencia escolar (ítems: 5\*, 6, 9, 13, 18).
- Autoeficacia (D2): atiende a las creencias y percepciones del alumnado sobre sus capacidades y habilidades para tener éxito en el estudio de la ciencia. Por tanto, aquellos que obtengan altas puntuaciones en esta dimensión demuestran una confianza alta en sus capacidades y habilidades para comprender, aprender y hacer ciencia (ítems: 4, 10, 14, 15, 19\*).
- Interés y disfrute (D3): se refiere al nivel de interés y disfrute que el alumnado experimenta al aprender o hacer ciencia. Tan es así que puntuaciones altas significarán un nivel de interés y disfrute elevado hacia la práctica y el aprendizaje de los contenidos científicos (ítems: 1, 7, 8\*, 11, 17).
- Conexión de la ciencia con la vida diaria del estudiante (D4): considera la utilidad de la ciencia percibida por el alumnado y sus deseos de realizar estudios superiores relacionados con esta, reflejándose todo ello en la vinculación de las ciencias con la vida cotidiana de aquel. Por ende, puntuar alto en este factor se interpreta como una

vinculación estrecha de las ciencias con la vida diaria del estudiante (ítems: 2, 3, 12, 16, 20\*).

Todos los ítems han sido redactados en positivo, exceptuando aquellos marcados con asterisco, los cuales se expresan en negativo (ver anexo) a fin de evitar respuestas estereotipadas (Navarro et al. 2016). Además, el SSAQ incluye tres ítems socio-demográficos, dada su relevancia en la investigación de las actitudes hacia la ciencia (Potvin y Hasni 2014): edad, curso y sexo.

#### **¿Medir la actitud hacia la ciencia? Análisis comparativo del SSAQ, TOSRA y S-SSAS**

Los hallazgos evidenciados por Blalock, Lichtenstein, Owen, Pruski, Marshall y Toepperwein (2008) y Potvin y Hasni (2014) en sus trabajos de revisión, apuntan a la elevada cantidad de instrumentos desarrollados para medir la actitud hacia la ciencia que no presentan datos relativos a su validez y fiabilidad. En este sentido, Tytler (2014) desaconseja utilizar instrumentos para medir la actitud hacia la ciencia del alumnado sin disponer de su validez de constructo previamente, pues sería contraproducente para esta línea de investigación, dada la importancia de las propiedades psicométricas de los instrumentos que miden actitudes. Por tanto, la confrontación del SSAQ frente a los instrumentos TOSRA (Navarro et al. 2016) y S-SSAS (Toma y Meneses-Villagrà 2019) obedece a dos cuestiones principales: (1) están traducidos y validados en español; y (2) han aportado una validación de constructo sólida.

Desde la perspectiva conceptual, tanto Navarro et al. (2016) como Toma y Meneses-Villagrà (2019) asumen y describen la complejidad del constructo actitud hacia la ciencia, además de reseñar la importancia de construir instrumentos multidimensionales para medir dicho constructo (Tytler 2014). Asimismo, ambos utilizan los distintos ámbitos de las actitudes del alumnado relacionadas con la ciencia sugeridos por Klopfer (1971): (1) ciencia y científicos; (2) actitud hacia la indagación; (3) adopción de actitudes científicas; (4) disfrute con el aprendizaje de la ciencia; (5) interés por el aprendizaje de la ciencia; y (6) interés en estudiar carreras científicas. Esta clasificación es utilizada por los autores para posicionar al instrumento en cuestión, así que Navarro et al. (2016) sitúan al TOSRA como un instrumento para medir la actitud hacia la ciencia en general del alumnado, mientras Toma y Meneses-Villagrà (2019) optan por la actitud hacia la ciencia escolar.

Desde la perspectiva estructural, hemos de atender a las dimensiones que conforman a los instrumentos objeto de comparación, así como a su soporte teórico. La versión española del TOSRA validada por Navarro et al. (2016), al igual que la versión original de Fraser (1978), incorpora las dimensiones: (1) implicaciones sociales de la ciencia; (2) normalidad de los científicos (3) actitud hacia la investigación científica; (4) adopción de actitudes científicas; (5) disfrute en las clases de ciencias; (6) interés en la ciencia; y (7) interés profesional en la ciencia. El soporte teórico de las dimensiones del TOSRA responde a la clasificación establecida por Klopfer (1971) para describir los ámbitos de la actitud hacia la ciencia. Contrariamente, la versión española del SSAS (S-SSAS) de Toma y Meneses-Villagrà (2019) contempla las dimensiones: (1) intención de matricularse en ciencias; (2) disfrute con la ciencia escolar; (3) dificultad percibida de la ciencia escolar; (4) percepción de la autoeficacia en la ciencia escolar; (5) utilidad de la ciencia para las carreras; y (6) relevancia de la ciencia escolar. Estos autores, junto con los autores de la versión original (Kennedy, Quinn y Taylor 2016), fundamentan las dimensiones descritas a partir de aquellos indicadores establecidos por distintos estudios para medir la actitud hacia la ciencia del alumnado: disfrute, autoeficacia, dificultad percibida, relevancia y utilidad de la ciencia (Osborne et al. 2003; Potvin y Hasni 2014) y otras creencias conductuales relacionadas con su involucración en el aprendizaje de las ciencias (Blalock et al. 2008; Said et al. 2016; Summers y Abd-El-Khalick 2018).

Tras el análisis conceptual y estructural de ambos instrumentos, hemos de concluir que: (1) partiendo de la clasificación de Klopfer (1971), el soporte teórico proporcionado en las secciones anteriores y a la luz de las características del SSAQ, este estaría alineado con la medición de la actitud hacia la ciencia escolar (considerado por Osborne et al. 2003 el mejor predictor de la actitud hacia la ciencia en general); y (2) la adaptación del SSAQ al constructo de actitud hacia la ciencia, así como la idoneidad de la misma, queda justificada dada la semejanza estructural entre el SSAQ y los cuestionarios analizados, especialmente el S-SSAS. En este sentido, los indicadores propuestos por Speering y Rennie (1996), que fundamentan a este instrumento, están en consonancia con los utilizados por Toma y Meneses-Villagrà (2019). Por tanto, desde una perspectiva teórica, parece plausible utilizar los indicadores propuestos por Osborne et al. (2003), Potvin y Hasni (2014), Blalock et al. (2008), Said et al. (2016), Summers y Abd-El-Khalick (2018) y Speering y Rennie (1996) para medir la actitud hacia la ciencia del alumnado dada su naturaleza evaluativa, fundamentada en las creencias y percepciones individuales del alumnado, y dada la relación directa entre creencia, afecto y actitud (Fishbein y Ajzen 1975).

Si avanzamos en la comparativa iniciada, podemos observar que los instrumentos TOSRA y S-SSAS, diseñados originalmente por Fraser (1978) y Kennedy et al. (2016), poseen características muy dispares, acordes a la etapa educativa a la que van dirigidas. Así, el TOSRA está dirigido a la etapa de Educación Secundaria, mientras que el SSAS se dirige a alumnado de Educación Primaria. La población diana de estos instrumentos determina de manera muy marcada sus características, de forma que el TOSRA incorpora 70 ítems en una escala Likert de 1 a 5, mientras que el SSAS utiliza 10 ítems en los que se mezcla la escala Likert de 1 a 5 para mostrar el grado de acuerdo con escalas de diferencial semántico. Tan es así que la longitud del primero como la sencillez del segundo son ejemplos de características que los hacen instrumentos con una población estudiantil muy delimitada. Por tanto, el SSAQ, al utilizar un número de ítems intermedio ( $n^{\circ}$  ítems = 20) con una escala Likert de 1 a 5 al igual que el TOSRA y el SSAS, podría aportar la operatividad necesaria para medir la actitud hacia la ciencia del alumnado de los últimos cursos de Educación Primaria (10-12 años) y ESO (12-16 años). Así, la población de estudiantes a la que podría dirigirse el SSAQ lo sitúan como un instrumento operativo e idóneo para medir (longitudinal o transversalmente) la actitud del alumnado hacia la ciencia durante el tránsito de la Educación Primaria a la Secundaria, momento donde más se acusa el deterioro de la actitud hacia la ciencia (Pell y Jarvis 2001; Vázquez y Manassero 2008), ya que existe consenso en la comunidad científica al afirmar que las actitudes positivas del alumnado hacia la ciencia descienden según este avanza en el sistema educativo (Osborne et al. 2003; Vedder-Weis y Fortus 2011). No obstante, hemos de ser cautos y tener en cuenta que esta validación se ha realizado en alumnado de Educación Secundaria.

### Procedimiento

Una vez la investigación fue aprobada por la Administración educativa, el instituto y los tutores legales del alumnado, se contactó con los profesores de las asignaturas de ciencias (entiéndanse: Biología, Geología, Física y Química) y con los tutores de aquellos cursos en los que no se imparten dichas asignaturas, como ocurre con cuarto curso de ESO en las modalidades de Ciencias Sociales, Humanidades y Artes. Los datos fueron recogidos por el primer autor entre diciembre de 2017 y enero de 2018, quien concertó cita previa con los ocho docentes contactados.

Los cuestionarios se administraron a los estudiantes en su clase habitual y en ausencia del docente. El procedimiento utilizado fue idéntico en las once clases a las que se accedió para recabar los datos, de manera que el investigador explicó en qué consistía el cuestionario y el modo en el que debía cumplimentarse. Tras ello, se realizaba el reparto de los cuestionarios para

que el alumnado pudiera leerlo detenidamente y consultar aquellas dudas que le surgiesen respecto a la comprensión de los ítems. En este sentido, cabe señalar que dos alumnos (inferior al 1% de la muestra objeto de estudio) manifestaron dudas en relación al ítem 6 por no conocer el significado de «incrementarse». Tras la resolución de aquellas, el alumnado procedió a la cumplimentación del cuestionario, tarea que ocupó entre 12 y 15 minutos. Finalmente, los participantes levantaban la mano para indicar que habían finalizado (tal y como se les indicó al inicio), permitiendo al investigador recoger los cuestionarios uno a uno y revisar la cumplimentación correcta de los mismos (en aquellos casos en los que el alumno olvidó responder a algún ítem, se le solicitó releerlo para responder).

**Análisis de los datos**

El análisis estadístico se realizó con IBM SPSS Statistics 20.0 y AMOS 24.0. En relación a la estadística descriptiva, se calculó la media y la desviación típica de cada uno de los ítems. También, se analizó la multicolinealidad de los ítems a partir del estadístico rho de Spearman. Además, antes de iniciar los análisis factoriales, se valoró la normalidad univariada y multivariada de los datos a partir de los estadísticos asimetría y curtosis para el primer caso, y del coeficiente de Mardia para el segundo. En cuanto a la estadística inferencial, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para analizar las diferencias según el sexo del alumnado.

En cuanto a los resultados obtenidos en los estadísticos asimetría y curtosis, los ítems 1 y 5 excedieron levemente el rango -1/+1 en dichos estadísticos y en el coeficiente de Mardia (52.62,  $p < .001$ ), lo que parece indicar que no se cumplen los supuestos de normalidad univariada en todos los ítems (Ferrando y Anguiano-Carrasco 2010) y multivariada (Ullman 2006). Por tanto, en la validación de constructo a través del AFE y AFC se empleó el método Mínimos Cuadrados no Ponderados (ULS de sus siglas en inglés), el cual es el más recomendado para analizar ítems de naturaleza ordinal que no obedecen a una distribución normal (Forero, Maydeu-Olivares y Gallardo-Pujol 2009), además de proporcionar soluciones factoriales estables incluso en tamaños muestrales pequeños (Jung 2013).

Finalmente, el AFC se ejecutó según el procedimiento sugerido por Kline (2005): (1) especificación del modelo; (2) identificación; (3) estimación de parámetros; y (4) evaluación del ajuste. La evaluación del ajuste del modelo estructural propuesto en el SSAQ se realizó a partir de los índices de ajuste proporcionados conforme al método ULS: (1)  $\chi^2/g.l.$  (grados de libertad); (2) el índice gamma (GFI); (3) el residuo cuadrático medio estandarizado (RMR); y (4) el índice normado de ajuste (NFI). Además, la fiabilidad se evaluó a partir del alfa de Cronbach ( $\alpha$ ) y la fiabilidad compuesta (FC) junto con la varianza media extraída (VME), calculados para cada dimensión. La interpretación de todos estos parámetros se realizó conforme a las pautas mostradas en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Interpretación de parámetros.

Autores	Parámetro	Valores excelentes	Valores aceptables
Schermelleh-Engel,	$\chi^2/g.l.$	$0 \leq \chi^2/g.l. \leq 2$	$2 \leq \chi^2/g.l. \leq 3$
Moosbrugger y Müller (2003)	RMR	$0 \leq RMR \leq .05$	$.05 < RMR \leq .10$
	NFI	$.95 \leq NFI \leq 1.00$	$.90 \leq NFI < .95$
	GFI	$.95 \leq GFI \leq 1.00$	$.90 \leq GFI < .95$
DeVellis (2003)	$\alpha$	$.80 < \alpha \leq 1.00$	$.65 \leq \alpha \leq .80$
Hair, Black, Babib y Anderson (2010)	FC	-	$FC \geq .70$
	VME	-	$VME \geq .50$

**Resultados**

Los resultados obtenidos en la Tabla 3 parecen indicar, en líneas generales, que la actitud hacia la ciencia del alumnado participante es aceptable. Además, según los resultados arrojados por la

D. AGUILERA, F.J. PERALES-PALACIOS

ACTITUD HACIA LA CIENCIA: DESARROLLO Y VALIDACIÓN ESTRUCTURAL DEL SSAQ

prueba no paramétrica U de Mann-Whitney no se detectaron diferencias significativas entre alumnos y alumnas en ninguno de los ítems del SSAQ.

**Tabla 3.** Medias (M) y desviaciones típicas (DT) de los ítems, según sexo del alumnado y valor p. de la prueba U de Mann-Whitney.

Ítem	General		Alumnos		Alumnas		p.
	M	DT	M	DT	M	DT	
1. Pienso que la ciencia es un tema interesante	4.04	0.813	4.05	0.819	4.03	0.809	.885
2. En clase de ciencias obtengo respuestas a preguntas que me intrigan	3.64	0.906	3.68	0.881	3.59	0.932	.614
3. En clase de ciencias puedo expresar mis propias ideas	3.47	0.977	3.48	0.942	3.46	1.016	.893
4. Puedo tener éxito en la ciencia sin la ayuda del profesor	2.37	0.953	2.41	0.986	2.33	0.921	.530
5. Las asignaturas de ciencias no deberían ser obligatorias en la escuela	1.98	1.114	1.96	1.151	2.01	1.079	.441
6. El número de horas por semana de ciencias debería incrementarse	2.71	1.101	2.66	1.061	2.77	1.142	.519
7. Las clases de ciencias me fascinan	3.43	1.099	3.43	1.113	3.43	1.089	.962
8. Las clases de ciencias me aburren	2.16	1.177	2.13	1.190	2.19	1.166	.588
9. Es importante para mí entender lo que se enseña en clase de ciencias	3.99	0.942	3.89	0.950	4.09	0.927	.085
10. Las lecciones de ciencias son fáciles de estudiar	2.81	1.055	2.78	1.029	2.85	1.083	.527
11. Me divierto aprendiendo ciencias	3.39	1.081	3.48	1.021	3.29	1.135	.196
12. En el futuro me gustaría ser científico	2.40	1.248	2.45	1.282	2.35	1.216	.593
13. Los estudios científicos me permiten entender fenómenos cotidianos	3.80	0.934	3.79	0.946	3.81	0.925	.823
14. Confío en mis habilidades para tener éxito en el estudio de las ciencias	3.40	1.096	3.42	1.048	3.37	1.146	.799
15. Ayudo a los demás en las clases de ciencias	3.03	1.050	3.04	1.022	3.03	1.082	.963
16. Me gusta leer artículos y ver programas que tratan temas científicos	2.39	1.245	2.51	1.301	2.28	1.179	.180
17. Me interesan las explicaciones de los fenómenos científicos	3.51	1.108	3.55	1.142	3.47	1.076	.415
18. Creo que la comprensión de la ciencia es importante para todos	2.72	0.940	3.84	0.947	3.91	0.936	.548
19. Es difícil para mí aprender ciencia	2.72	1.161	2.80	1.164	2.64	1.158	.347
20. La ciencia no tiene conexión con mi vida	2.02	1.067	2.02	1.110	2.01	1.027	.888

El análisis pormenorizado, ítem a ítem, nos permite afirmar que el alumnado considera importante la ciencia escolar y disfruta con su aprendizaje. Además, parece existir cierta cohesión entre los resultados. A modo de ejemplo podemos observar los resultados de los ítems 5 y 18, estos muestran cómo el alumnado es consciente de la importancia de una formación básica en ciencias para toda la ciudadanía y que ello parte de cursar asignaturas de ciencias en los niveles educativos obligatorios. A pesar de esto, la dispersión de los resultados es amplia, dado que todos los ítems evidencian una desviación típica próxima o superior a uno. No obstante, de los resultados mostrados en la Tabla 3, aquellos obtenidos en los ítems 4, 12 y 16 podrían ser los más relevantes. Así, parece generalizado entre el alumnado que fuera del contexto escolar (ítem 16) o al término de los niveles educativos obligatorios (ítem 12) su relación e interés por la ciencia podría descender.

Por otro lado, la correlación bivariada realizada sobre los 20 ítems que conforman el SSAQ arroja unos valores de rho de Spearman significativos ( $p. < .05$ ) en el 98% de las 190 combinaciones posibles e inferiores a .85 en todas ellas, de forma que no existe multicolinealidad entre los ítems, es decir, los ítems del SSAQ no son redundantes según las aportaciones de Kline (2005).

**Validación de constructo (AFE)**

La ejecución del AFE se realizó considerando las cuatro dimensiones establecidas en el SSAQ. El test de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin ( $KMO = 0.93$ ) y la prueba de esfericidad de Barlett ( $p. < .001$ ) mostraron resultados satisfactorios. Ello, unido con las communalidades obtenidas, comprendidas entre los valores 0.29 y 0.71, la distribución de cinco ítems por dimensión y una muestra superior a 200 alumnos, parecen generar una solución factorial exploratoria aceptable (Lloret-Segura et al. 2014). Además, todas las cargas factoriales de los ítems respecto a la dimensión designada (Tabla 4) fueron superiores al mínimo de .30 establecido por Bandalos y Finney (2010). Los cuatro factores explicaron el 46.65% de la varianza.

**Tabla 4.** Cargas factoriales obtenidas en el AFE con rotación Oblimin directo.

Ítem		D1	D2	D3	D4
1	Pienso que la ciencia es un tema interesante			.482	
2	En clase de ciencias obtengo respuestas a preguntas que me intrigan				.411
3	En clase de ciencias puedo expresar mis propias ideas				.302
4	Puedo tener éxito en la ciencia sin la ayuda del profesor		.370		
5	Las asignaturas de ciencias no deberían ser obligatorias en la escuela	.578			
6	El número de horas por semana de ciencias debería incrementarse	.631			
7	Las clases de ciencias me fascinan			.472	
8	Las clases de ciencias me aburren			.318	
9	Es importante para mí entender lo que se enseña en clase de ciencias	.609			
10	Las lecciones de ciencias son fáciles de estudiar		.687		
11	Me divierto aprendiendo ciencias			.535	
12	En el futuro me gustaría ser científico				.471
13	Los estudios científicos me permiten entender fenómenos cotidianos	.441			
14	Confío en mis habilidades para tener éxito en el estudio de las ciencias		.404		
15	Ayudo a los demás en las clases de ciencias		.350		
16	Me gusta leer artículos y ver programas que tratan temas científicos				.563
17	Me interesan las explicaciones de los fenómenos científicos			.419	
18	Creo que la comprensión de la ciencia es importante para todos	.540			
19	Es difícil para mí aprender ciencia		.683		
20	La ciencia no tiene conexión con mi vida				.587

**Validación de constructo (AFC)**

El ajuste del modelo teórico del SSAQ, compuesto por cuatro variables latentes (dimensiones) medidas por cinco variables observables (ítems) cada una, se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Índices de ajuste obtenidos en el modelo de medida.

Modelo	$\chi^2/g.l.$	RMR	GFI	NFI
Scholar Science Attitude Questionnaire	1.028	.056	.986	.980

Los resultados obtenidos indican un ajuste adecuado del modelo teórico propuesto en el SSAQ, de modo que el resultado de 1.028 obtenido en  $\chi^2/g.l.$ , .986 en el caso del GFI o .980 para NFI se consideran excelentes según Schermelleh-Engel et al. (2003), mientras que el valor de RMR (.056) es aceptable según el criterio propuesto por los autores anteriores. Además, los ítems utilizados para medir las diferentes variables latentes presentan cargas factoriales adecuadas para cada una de ellas, siendo todas iguales o superiores a .30 (Bandalos y Finney 2010). Ello se puede observar en la Figura 1, que leída de izquierda a derecha ilustra el modelo teórico propuesto para el SSAQ, mostrándose las covarianzas entre las dimensiones, así como las cargas factoriales y los errores de medida de cada ítem.

D. AGUILERA, F.J. PERALES-PALACIOS

ACTITUD HACIA LA CIENCIA: DESARROLLO Y VALIDACIÓN ESTRUCTURAL DEL SSAQ

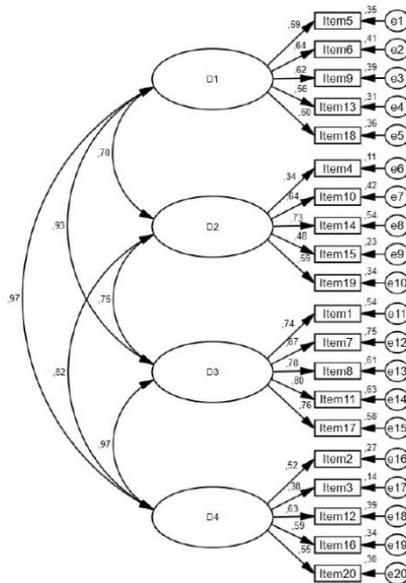


Figura 1. Análisis estructural del SSAQ (N = 259).

Finalmente, los valores de alfa de Cronbach, FC y VME calculados para cada una de las dimensiones (Tabla 6) arrojan unos valores aceptables en los dos primeros casos, al oscilar entre los valores .66 y .88 en el caso del alfa de Cronbach (DeVellis 2003) y ser ampliamente superiores a .70 en el caso de la FC. No obstante, los valores obtenidos para la VME, salvo en el caso de la D3 (.62), no superan el valor .50 recomendado (Hair et al. 2010). Además, el alfa de Cronbach obtenido en la totalidad de los ítems corrobora la robustez de la fiabilidad del SSAQ, al obtenerse un valor de .91.

Tabla 6. Valoración de la consistencia interna del SSAQ.

Dimensión	Nombre	Nº de Ítems	α	FC	VME
D1	Importancia de la ciencia para el estudiante	5	.74	.83	.37
D2	Autoeficacia	5	.70	.82	.33
D3	Interés y disfrute	5	.88	.83	.62
D4	Conexión de la ciencia con la vida diaria del estudiante	5	.66	.83	.30

### Discusión

Tal como adelantamos, el presente trabajo se había propuesto dos objetivos. El primero planteaba traducir al español, adaptar y proveer de soporte teórico el cuestionario de Barak et al. (2011), el cual pasaría a llamarse SSAQ al término de dicho proceso. El segundo fue determinar si la estructura del instrumento era correcta a través de la implementación de un AFE y un AFC, este último ejecutado a partir de un modelo de medida. Transversalmente, se analizó la puntuación media global y según el sexo del alumnado de cada ítem. Esto nos lleva a discutir los datos desde dos perspectivas: aquella que atiende a los datos descriptivos e

inferenciales presentados en la Tabla 3 referentes a la actitud hacia la ciencia del alumnado y aquella centrada en las propiedades psicométricas del SSAQ.

En cuanto a la actitud hacia la ciencia del alumnado, se obtuvieron en líneas generales unos resultados satisfactorios, pues el alumnado manifestó un interés y disfrute hacia el aprendizaje de las ciencias aceptable, igualmente parecen reconocer la importancia de la ciencia escolar en el ámbito personal y social. No obstante, la intención de comportamiento manifestada por el alumnado, vinculada a la conexión de la ciencia con la vida diaria de este, no se corresponde con la importancia que atribuyen a la ciencia. En este sentido, Koballa (1988a) ya apuntaba a este recurrente conflicto cognitivo que presenta el alumnado, pues otros autores como Jenkins y Nelson (2005) también reflejaron en su estudio que generalmente el alumnado es capaz de reconocer la importancia de las ciencias pero que, igualmente, decide no continuar con estudios superiores de carácter científico. Por otro lado, a pesar de que el alumnado manifiesta confianza en sus capacidades para afrontar el aprendizaje de las ciencias, el grado de autoeficacia de este parece estar ligado a la labor docente (ver ítem 4 en Tabla 3). Hecho que se corresponde con los hallazgos de Usher y Pajares (2009), quienes identifican un fuerte vínculo entre la experiencia escolar (incluida en esta la actuación didáctica del docente) del alumnado y la percepción de sus habilidades para completar satisfactoriamente un objetivo académico.

En relación a la aparente moderación del sexo en la actitud del alumnado hacia la ciencia, en este trabajo no se identificaron diferencias significativas en ninguno de los ítems del SSAQ en cuanto al sexo del alumnado. Hecho que refleja la discusión generada en esta línea de investigación respecto a esta variable, de forma que los resultados obtenidos son contrarios a aquellos evidenciados por Pro y Pérez-Manzano (2014), Denessen et al. (2015) o De Witt y Archer (2015), pero similares a los presentados por Akpinar et al. (2009), Navarro et al. (2016), Toma y Greca (2018) o Toma y Meneses-Villagrà (2019).

Respecto a la validez de constructo del SSAQ, se podría determinar que se ajusta de manera aceptable al modelo teórico propuesto y, por tanto, podría ser una herramienta válida y fiable para medir la actitud hacia la ciencia del alumnado hispanohablante de Educación Secundaria. Ello puede sostenerse a partir de los resultados mostrados en el AFE, en el que se obtuvo un 46.65% de la varianza explicada, resultado ligeramente superior al obtenido por Navarro et al. (2016) en la validación de la versión española del TOSRA (45%). Además, el AFC ofrece unos valores adecuados en los índices de ajuste  $\chi^2/g.l.$  (1.028), GFI (.986), RMR (.056) y NFI (.980) (Schermelleh-Engel et al. 2003) obtenidos a partir del método ULS, los cuales parecen mejorar ostensiblemente el ajuste del modelo teórico del TOSRA en la población hispanohablante ( $\chi^2/g.l. = 3.57$ ; GFI = .644; RMR = .185) (Navarro et al. 2016).

Finalmente, en cuanto a la fiabilidad del SSAQ, los resultados obtenidos en  $\alpha$  y FC auguran estabilidad en la medición de los constructos contemplados, pues ambos estadísticos presentan valores aceptables en todas las dimensiones y a nivel global. En comparación con los instrumentos S-SSAS y la versión española del TOSRA, y conociendo que el alfa de Cronbach se ve afectado por el número de ítems del instrumento (a mayor cantidad de ítems mayor  $\alpha$ ), el SSAQ obtuvo un resultado global de .91 ligeramente inferior al obtenido por el TOSRA (.94) (Navarro et al. 2016) y superior al presentado por el S-SSAS (.70) (Toma y Meneses-Villagrà, 2019). Sin embargo, los valores de VME calculados no nos permiten certificar la validez convergente de todas las dimensiones del SSAQ, dado que solo la D3 (.62) presenta un valor aceptable según Hair et al. (2010), mientras que las dimensiones 1 (.37), 2 (.33) y 4 (.30) no superan al valor mínimo recomendado (.50). Por el contrario, de acuerdo a las directrices y recomendaciones de Brown (2006), los coeficientes de correlación rho de Spearman (dada la no normalidad de los datos) de las dimensiones que componen al SSAQ arrojan valores inferiores al límite establecido de .80 (Tabla 7), por lo que se confirma la validez discriminante de aquellas.

**Tabla 7.** Correlación bivariada rho de Spearman de las dimensiones del SSAQ.

	D1	D2	D3	D4
D1	1	.191**	.560**	.459**
D2		1	.262**	.287**
D3			1	.591**
D4				1

\*\*Valor p. &lt; .01.

**Limitaciones**

Las limitaciones del estudio responden principalmente a la muestra de alumnos seleccionada, dado que se realizó de forma intencional y eludiendo el muestreo probabilístico. Hecho que podría presentar dos problemas: la no representatividad y la atenuación debida a la restricción de rango (Ferrando y Anguiano-Carrasco 2010). Además, el SSAQ presenta una limitación en su validez de constructo, debido a que no se contempló la validez concurrente (comparación con otros instrumentos ya validados), hecho que sí realizaron Toma y Meneses-Villagrà (2019) y Navarro et al. (2016) en los instrumentos S-SSAS y TOSRA, respectivamente.

Por otra parte, a pesar de apoyarse en la «Teoría de la Acción Razonada» (Fishbein y Azjer 1975), el SSAQ no contempla la influencia del entorno (familia, amigos...) que incide directamente en la génesis de creencias, denominadas como «creencias referentes a normas sociales subjetivas» en la teoría descrita. Por tanto, parece que obviar estas creencias en el SSAQ podría parcializar la medición de la actitud hacia la ciencia. Sin embargo, se ha podido mostrar estadísticamente que la formación de actitudes hacia la ciencia se debe mayoritariamente a la percepción del estudiante sobre la relevancia y utilidad de la misma, prevaleciendo sobre las presiones sociales que le rodean (Koballa 1988b). En este sentido, pero desde una perspectiva cualitativa, Rodríguez-Menéndez, Peña-Calvo e Inda-Caro (2016) identificaron en una muestra de estudiantes del 4º curso de ESO y 1º de Bachillerato la denominada «ideología del gusto innato», de modo que estos estudiantes evidencian que su gusto e interés por continuar estudiando ciencia parte de ellos mismos y es ajeno a cualquier influencia social.

**Implicaciones educativas**

El cuestionario SSAQ, junto con los analizados S-SSAS y TOSRA, se presentan como instrumentos válidos y fiables para medir la actitud hacia la ciencia del alumnado, bien de Educación Primaria (caso del S-SSAS) o bien de Educación Secundaria (SSAQ y TOSRA). No obstante, vistas las cualidades y características del SSAQ, podría ser utilizado en los últimos cursos de la etapa de Educación Primaria, aunque para garantizar su utilidad y viabilidad en dicha etapa educativa se necesita ampliar la validación que aquí se presenta.

Por otra parte, el SSAQ es un instrumento de lápiz y papel que puede ser utilizado de forma rápida y operativa en el aula, al no requerir su cumplimentación más de 15 minutos (con alumnado de Educación Secundaria). Además, es importante tener en cuenta que las actitudes hacia la ciencia están consideradas por el MECD (2014a; 2014b) como una variable a considerar y a desarrollar durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por tanto, el SSAQ se postula como una herramienta válida y fiable para medir la actitud hacia la ciencia del alumnado en el contexto español e iberoamericano.

**Conclusiones**

El desarrollo y la validación estructural del SSAQ nos permite alcanzar una serie de conclusiones finales en relación con los objetivos iniciales:

Primera, la traducción inglés-español del instrumento fue realizada por personal capacitado para ello, desarrollando un proceso de traducción bidireccional por dos docentes bilingües diferentes, con lo cual se ha garantizado la fiabilidad de la traducción. Además, el proceso de adaptación se ha fundamentado teóricamente y ha incluido descripciones claras de las dimensiones que componen el SSAQ, en aras de dotar de un soporte teórico a dicho instrumento.

Segunda, y última, la estructura del SSAQ resulta válida y fiable para medir la actitud hacia la ciencia del alumnado de ESO, dado que no solamente se ajusta al modelo teórico establecido, sino que también evidencia una elevada correspondencia con el constructo de actitud. Además, estas características, unidas a lo reducido del número de ítems frente a otros cuestionarios de amplia difusión, permite a nuestro juicio una aplicación más operativa en las aulas, dado que atenúa el efecto fatiga en este tipo de instrumentos.

Finalmente, este trabajo podría considerarse como el inicio del proceso de validación del SSAQ, pues en trabajos futuros sería pertinente replicar una validación estructural en alumnos de 5º-6º de Educación Primaria y Educación Secundaria de forma conjunta, a fin de ampliar la muestra de estudio y certificar su idoneidad para la etapa de Primaria. Además, sería apropiado ejecutar una validación del cuestionario en su versión inglesa, de forma que para tales fines se adjuntan en el Anexo los ítems que componen el SSAQ tanto en español como en inglés.

#### Agradecimientos

A la Universidad de Granada, la Junta de Andalucía y al Fondo Social Europeo por la financiación del contrato nº 6161 destinado a la contratación de joven personal investigador y al grupo de investigación HUM-613, por participar en su formación.

#### Referencias

- Aguilera D., Perales F.J. (2018a) What Effects Do Didactic Interventions Have on Students' Attitudes Towards Science? A Meta-Analysis. *Research in Science Education*, 1-25. DOI: 10.1007/s11165-018-9702-2
- Aguilera D., Perales F.J. (2018b) El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado: percepciones, experiencias y opiniones del profesorado. *Enseñanza de las ciencias* 36(3), 41-58.
- Ajzen I., Fishbein M. (2005) The influence of attitudes on behavior. In D. Albarracín, B.T. Johnson, M.P. Zanna (Eds.), *The handbook of attitudes* (pp. 173–221). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Akpınar E., Yıldız E., Tatar N., Ergin O. (2009) Students' attitudes toward science and technology: an investigation of gender, grade level, and academic achievement. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 1(1), 2804-2808.
- Ali M.M., Yager R.E., Hacieminoglu E., Caliskan I. (2013) Changes in student attitudes regarding science when taught by teachers without experiences with a model professional development program. *School Science and Mathematics* 113(3), 109-119.
- Bandalos DL., Finney S.J. (2010) Factor Analysis: Exploratory and Confirmatory. In G.R. Hancock and R.O. Mueller (Eds.), *Reviewer's guide to quantitative methods*. New York: Routledge.
- Barak M., Ashkar T., Dori Y.J. (2011) Learning science via animated movies: Its effect on students' thinking and motivation. *Computers & Education* 56(3), 839-846.
- Blalock C., Lichtenstein M., Owen S., Pruski L., Marshall C., Toepperwein M. (2008) In pursuit of validity: A comprehensive review of science attitude instruments 1935–2005.

- International Journal of Science Education* 30(7), 961-977.
- Borsa J.C., Damásio B.F., Bandeira D.R. (2012) Cross-Cultural Adaptation and Validation of Psychological Instruments: some considerations. *Paidéia* 22(53), 423-432.
- Brown T.A. (2006) *Confirmatory factor analysis for applied research*. New York: Guilford Press.
- Caleon I.S., Subramaniam R. (2008) Attitudes towards science of intellectually gifted and mainstream upper primary students in Singapore. *Journal of Research in Science Teaching* 45(8), 940-954.
- Chi S., Wang Z., Liu X., Zhu L. (2017) Associations among attitudes, perceived difficulty of learning science, gender, parents' occupation and students' scientific competencies. *International Journal of Science Education* 39(16), 2171-2188.
- Denessen E., Vos N., Hasselman F., Louws M. (2015) The Relationship between Primary School Teacher and Student Attitudes towards Science and Technology. *Education Research International* 2015, 1-7.
- DeVellis R.F. (2003) *Scale Development. Theory and Applications* (2nd ed.). California: Sage Publications.
- DeWitt J., Archer L. (2015) Who Aspires to a Science Career? A comparison of survey responses from primary and secondary school students. *International Journal of Science Education* 37(13), 2170-2192.
- Ferrando P.J., Anguiano-Carrasco C. (2010) El análisis factorial como técnica de investigación en psicología. *Papeles del Psicólogo* 31(1), 18-33.
- Fishbein M., Ajzen I. (1975) *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Forero C.G., Maydeu-Olivares A., Gallardo-Pujol, D. (2009) Factor analysis with ordinal indicators: A monte Carlo study comparing DWLS and ULS estimation. *Structural Equation Modeling* 16, 625-641.
- Fraser B.L. (1978) Development of a test of science-related attitudes. *Science Education* 62(4), 509-515.
- Glynn S.M., Koballa T.R.Jr. (2006) Motivation to learn college science. In J.J. Mintzes, W.H. Leonard (Eds.), *Handbook of college science teaching* (pp. 25-32). Arlington: National Science Teachers Association Press.
- Hair J.F., Black W.C., Babib B.J., Anderson R.E. (2010) *Multivariate data analysis (7th ed.)*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Jenkins E., Nelson N.W. (2005) Important but not for me: Students attitudes toward secondary school science in England. *Research in Science & Technological Education* 23(1), 41-57.
- Jung S. (2013) Exploratory factor analysis with small sample sizes: A comparison of three approaches. *Behavioral Processes* 97, 90-95.
- Kennedy J., Quinn F., Taylor N. (2016) The school science attitude survey: A new instrument for measuring attitudes towards school science. *International Journal of Research & Method in Education* 39(4), 422-445.
- Kline R.B. (2005) *Principles and practice of structural equation modeling* (2nd Ed.). New York: Guilford.
- Klopfer L. (1971) Evaluation of learning in science. In B.S. Bloom, J.T. Hastings and G.F. Madaus (Eds.), *Handbook on summative and formative evaluation of student learning* (pp. 559-

- 642). New York: McGraw-Hill.
- Koballa T.R.Jr. (1988a) Attitude and related concepts in science education. *Science Education* 72(2), 115–126.
- Koballa T.R.Jr. (1988b) The determinants of female junior high school students' intentions to enroll in elective physical science courses in high school: Testing the applicability of the theory of reasoned action. *Journal of Research in Science Teaching* 25(6), 479–492.
- Koballa T.R.Jr., Glynn S.M. (2007) Attitudinal and Motivational Constructs in Science Learning. In S.K. Abell, N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 75–102). Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Lloret-Segura S., Ferreres-Traver A., Hernández-Baeza A., Tomás-Marco I. (2014) El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada. *Anales de Psicología* 30(3), 1151–1169.
- Marbá-Tallada A., Márquez 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.
- Mazas B., Bravo-Touija B. (2018) Actitudes hacia la ciencia del profesorado en formación de educación infantil y educación primaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado* 22(2), 329–348.
- Messick S. (1989) Meaning and values in test validation: The science and ethics of assessment. *Educational Researcher* 18(2), 5–11.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) (2014a) Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) (2014b) Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- Navarro M, Förster C, González C, González-Pose P. (2016) Attitudes toward science: Measurement and psychometric properties of the Test of Science-Related Attitudes for its use in Spanish-speaking classrooms. *International Journal Science Education* 38, 1459–1482
- Newell A.D., Tharp B.Z., Moreno N.P., Zientek L.R., Vogt G.L. (2015) Students' attitudes toward science as predictors of gains on student content knowledge: Benefits of an after-school program. *School Science and Mathematics* 115, 216–225.
- Osborne J., Simon S., Collins, S. (2003) Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education* 25(9), 1049–1079.
- Pearl R.E. (1974) The present status of science attitude measurement: History, theory, and availability of measurement instruments. *School Science and Mathematics* 74(5), 375–381.
- Pell T., Jarvis T. (2001) Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years. *International Journal in Science Education* 23(8), 847–862.
- Pérez-Manzano A. (2012) *Actitudes hacia la ciencia en primaria y secundaria* (Tesis Doctoral). España: Universidad de Murcia.
- Potvin P., Hasni, A. (2014) Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education* 50(1), 85–129.
- Pro A. de, Pérez-Manzano A. (2014) Primary and Secondary students' attitude towards the

- dichotomic view of Science. *Enseñanza de las Ciencias* 32(3), 111-132.
- Ramsden J.M. (1998) Mission impossible? Can anything be done about attitudes to science? *International Journal of Science Education* 20(2), 125–137.
- Richardson V. (1996) The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (pp. 102–119). New York: MacMillan.
- Rodríguez-Menéndez M.C., Peña-Calvo J.V., Inda-Caro M.M. (2016) “Esto es lo que me gusta y lo que voy a estudiar”: Un estudio cualitativo sobre la toma de decisiones académicas en bachillerato. *Revista Complutense de Educación* 27(3), 1351-1368.
- Said Z., Summers R., Abd-El-Khalick F., Wang S. (2016) Attitudes toward science among grades 3 through 12 Arab students in Qatar: findings from a cross-sectional national study. *International Journal of Science Education* 38(4), 621-643.
- Schermelleh-Engel K., Moosbrugger H., Müller H. (2003) Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research Online* 8(2), 23-74.
- Schwarz N. (2007) Attitude construction: evaluation in context. *Social Cognition* 25(5), 638-656.
- Sjøberg S., Schreiner C. (2010) *The ROSE project. An overview and key findings*. Recuperado de: <http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf>
- Sjøberg S., Schreiner, C. (2005) How do learners in different cultures relate to science and technology? *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* 6(2), 1.
- Speering W., Rennie L. (1996) Students’ perceptions about science: The impact of transition from primary to secondary school. *Research in Science Education* 26(3), 283–298.
- Stark R., Gray D. (1999) Gender preferences in learning science. *International Journal of Science Education* 21(6), 633–643.
- Summers R., Abd-El-Khalick, F. (2018) Development and validation of an instrument to assess student attitudes toward science across grades 5 through 10. *Journal of Research in Science Teaching* 55(2), 172-205.
- Toma R.B., Greca I.M. (2018) The Effect of Integrative STEM Instruction on Elementary Students’ Attitudes toward Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 14(4), 1383-1395.
- Toma R.B., Meneses-Villagrà J.A. (2019) Validation of the single-items Spanish-School Science Attitude Survey (S-SSAS) for elementary education. *PLoS ONE* 14(1), e0209027.
- Tytler R. (2014) Attitudes, identity, and aspirations toward science. In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education volume II* (pp. 82–103). New York: Routledge.
- Ullman J.B. (2006) Structural equation modeling. In B.G. Tabachnick, L.S. Fidell (Eds.). *Using multivariate statistics (5th ed.)* (pp. 653-771). Boston: Allyn & Bacon.
- Usher E.L., Pajares F. (2009) Sources of self-efficacy in mathematics: a validation study. *Contemporary Educational Psychology* 34, 89-101.
- Vázquez A., Manassero M. A. (1997). Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza las Ciencias* 15(2), 199-213.
- Vázquez A., Manassero M. A. (2008) El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y*

*Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8(1), \*\*\*\* (2011)

FUNDAMENTOS Y LÍNEAS DE TRABAJO

*Divulgación de las Ciencias* 5(3), 274–292.

Vedder-Weis D., Fortus D. (2011) Adolescents' Declining Motivation to Learn Science: Inevitable or Not? *Journal of Research in Science Teaching* 48(2), 199-216.

**Anexo I: Cuestionario SSAQ**

Se presenta en español e inglés. La versión inglesa ha sido adaptada de Barak et al. (2011).

1. Pienso que la ciencia es un tema interesante.  
I think that science is an interesting subject.
2. En clase de ciencias obtengo respuestas a preguntas que me intrigan.  
In science lessons I can get answer to questions that intrigue me.
3. En clase de ciencias puedo expresar mis propias ideas.  
In science lessons I can express my own ideas.
4. Puedo tener éxito en la ciencia sin la ayuda del profesor.  
I can succeed in science even without the teacher's help.
5. Las asignaturas de ciencias no deberían ser obligatorias en la escuela.  
Science shouldn't be an obligatory subject in schools.
6. El número de horas por semana de ciencias debería incrementarse.  
The number of hours per-week for science lessons should be increased.
7. Las clases de ciencias me fascinan.  
Science lessons fascinate me.
8. Las clases de ciencias me aburren.  
Science lessons bore me.
9. Es importante para mí entender lo que se enseña en clase de ciencias.  
It is important for me to understand the topics taught in science lessons.
10. Las lecciones de ciencias son fáciles de estudiar.  
Science lessons are easy for me to study.
11. Me divierto aprendiendo ciencias.  
I enjoy learning science.
12. En el futuro me gustaría ser científico.  
In the future I would like to be a scientist.
13. Los estudios científicos me permiten entender fenómenos cotidianos.  
Science studies enable me to understand daily phenomenon.
14. Confío en mis habilidades para tener éxito en el estudio de las ciencias.  
I have confidence in my ability to succeed in science studies.
15. Ayudo a los demás en las clases de ciencias.  
I help others in science lessons.
16. Me gusta leer artículos y ver programas que tratan temas científicos.  
I like to read articles and watch TV broadcasts that present science topics.
17. Me interesan las explicaciones de los fenómenos científicos.  
I am interested in explanations of scientific phenomenon.
18. Creo que la comprensión de la ciencia es importante para todos.  
I think that understanding science is important to everyone.
19. Es difícil para mí aprender ciencia.  
It is difficult for me to learn science.
20. La ciencia no tiene conexión con mi vida.  
Science has no connection to my life.

### **4.3. Comentarios finales**

Hay pocos comentarios que añadir al trabajo expuesto en la sección anterior. Este capítulo cumple la función de mostrar el proceso de validación del instrumento SSAQ, imprescindible para continuar con los propósitos establecidos en esta tesis doctoral, de manera que este nos permita alcanzar satisfactoriamente los objetivos generales 3 y 4.

# Capítulo 5

## ACTITUD Y METODOLOGÍA PARTICIPATIVA

---

Qué se va a tratar...

- 5.1. Presentación
- 5.2. Artículo 6
- 5.3. Comentarios finales

## 5.1. Presentación

La intervención didáctica, mostrada en el artículo 6, se desarrolló para alcanzar el OG<sub>3</sub>. Entre tanto, si retomamos el hilo discursivo con el que vinculábamos los Capítulos 2 y 3 podemos estructurar la fundamentación de la intervención educativa, que se presenta en la siguiente sección, y dar continuidad al estudio de la hipótesis que venimos manejando. Por tanto, el diseño de esta experiencia, cuyo programa se detalla en el Anexo 4, se realizó acorde a los hallazgos obtenidos en los trabajos precedentes. Paralelamente, las premisas que guiaron la planificación de la acción didáctica la sitúan lejos de ser innovadora, pues no se contemplaba ninguna acción novedosa ni uso de recursos originales. Contrariamente, en un marco dado por el método de enseñanza participativo, se emplearon recursos didácticos y contextos disponibles en el centro educativo con los que el alumnado ya estaba familiarizado.

La experiencia didáctica tuvo lugar en el segundo trimestre del curso 2017/18 en dos grupos de primero de ESO. Antes de la intervención, durante el primer trimestre, las clases de Biología y Geología tomaban como recurso principal el libro de texto, asociado a un modelo de enseñanza tradicional. Además, se utilizaban como recursos complementarios la pizarra digital y el laboratorio. En este sentido, es importante señalar que se trataba de los primeros meses del alumnado participante en la ESO y, por tanto, era su primer contacto con la asignatura de Biología y Geología. Hecho que permitió a la intervención diseñada, dada su naturaleza cuasi-experimental, probar la hipótesis planteada en los capítulos precedentes.

Los cambios introducidos en el proceso de E-A durante la intervención atienden principalmente al cambio de modelo educativo, pasando del tradicional al constructivista. A continuación se enumeran los fundamentos de la acción educativa desarrollada en pos de mejorar la AC del alumnado:

- El alumno debe conocer el contexto en el que se desarrolla el proceso de E-A e interactuar con el mismo.
- Atención a determinadas características del alumnado, tales como: ideas previas, rendimiento académico inicial, AC inicial y estilos de aprendizaje.
- El método de enseñanza participativo se fundamenta en el aprendizaje cooperativo, el cual ha demostrado ser el más efectivo para mejorar la AC del alumnado.
- El libro de texto es uno de los recursos principales de esta experiencia debido a que:

- contiene información relevante para el estudio de los contenidos, que a su vez están adaptados al nivel académico del alumno, y se presenta en un formato organizado.
- al utilizarse como fuente de información, sumada a aquellas procedentes de Internet, otorga la autonomía suficiente al alumno para confeccionar su propio contenido.
- confiere al docente la seguridad necesaria para afrontar el proceso de E-A, pues suele tener una alta correspondencia con aquellos contenidos del currículum y facilita la planificación de dicho proceso.
- Las ilustraciones, dadas sus características, facilitan la comprensión de los contenidos y aportan autonomía al alumnado, permitiendo a su vez la detección de ideas erróneas al incentivar la producción libre de las mismas.
- Ensayos previos de las prácticas de laboratorio, basadas en la indagación, por parte del docente.
- Avance de la unidad coordinado y sistematizado entre el docente y el alumnado.

## 5.2. Artículo 6<sup>6</sup>

### Learning Biology and Geology through a Participative Teaching Approach: The Effect on Student Attitudes towards Science and Academic Performance

David Aguilera<sup>1</sup> and F. Javier Perales<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Corresponding author: University of Granada, Campus Universitario Cartuja, no number, 18011, davidaguilera@ugr.es, ORCID: 0000-0002-7996-9097

<sup>2</sup>University of Granada, Campus Universitario Cartuja, no number, 18011, ORCID: 0000-0002-6112-2779

**Abstract.** The investigation has demonstrated that the science teaching strategy employed moderates the interest of students in learning the subject, along with academic achievement. In this article we used a mixed method design in a sample of secondary education students (n = 57) to examine the effect of the participative teaching approach in attitudes towards science and student academic performance in the Biology and Geology subject. We also analysed the influence of student learning styles in their academic performance. The statistical results show that the participative methodology has a positive effect on attitude towards student attitudes towards science and academic performance; this finding has been triangulated with class observations and the vision of the teacher participating in the experience. Furthermore, we identified different significances between boys and girls in pre-test academic performance, which disappeared post-test. Despite this, in both measurements the boys showed greater interest in and enjoyment of science learning than the girls. Finally, we are able to conclude that academic performance is positively related to attitude towards science and with reflexive and theoretical learning styles.

**Keywords:** participatory learning; attitude toward science; academic performance; learning styles; science education; mixed methods

#### Introduction

One of the greatest concerns of science teachers is the attitude of students to their subjects, or at least this should be the case (Osborne, Collins & Simons 2003). Added to this, another concern frequently appears, which teachers must face in their daily work: How to teach science? This question becomes more relevant if we focus on works such as that by Aguilera & Perales (2018), who show that the teaching strategy employed in science subjects moderates the promotion of positive attitudes towards science on the part of students. This fact could be explained by the affective, cognitive and behavioural components that comprise attitudes (Chen & Howard 2010; George 2000). Therefore, attitude to science could be defined as the willingness of students to learn science.

However, research into attitudes towards science has taken different directions throughout over four decades of study dedicated to this line of investigation, where researchers have used this term to refer to: (a) attitudes towards science and scientists; (b) attitudes towards school science; (c) enjoyment of science learning experience; (d) interest in science and science related activities; and (e) intention of having a career in science or science related job (Tytler & Osborne 2012). As a result, there have been numerous studies on identifying moderating factors in student attitudes towards science, having found a multitude of variables to take into account when speaking about attitudes towards science, both intrinsic to students and extrinsic. Nevertheless, the number of studies aimed at providing recommendations, guidelines or other educational implications for improving student attitudes towards science is not particular high.

In this regard, this study aims to provide a number of teaching implications that are the result of a participative teaching approach carried out in the Biology and Geology subject<sup>1</sup>, which may contribute to the development of positive attitudes towards science and increase student academic performance in science-technology subjects.

#### Attitude towards science and its moderators

As already pointed out above, the study of variables that moderate student attitudes towards science has permitted the assertion, with a general consensus in the scientific community, that: gender, level of

<sup>1</sup> A compulsory subject in the Spanish education system for the first year of secondary education, equivalent to seventh grade (12-13 years old).

<sup>6</sup> Se presenta la versión aceptada del artículo, la versión publicada en *Journal of Biological Education* puede consultarse en: <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1569084>

education, academic performance, teaching method and country are determining factors in the attitude of students towards science (Ali, Yager, Hacieminoglu & Caliskan 2013; Hacieminoglu 2016; Sjøberg & Schreiner 2010).

Student gender is one of the moderating variables that appears to have generated the most contradiction, given that some studies state that boys normally demonstrate better attitudes towards science than girls (Denessen, Vos, Hasselman & Louws 2015; De Witt & Archer 2015; Pro & Pérez-Manzano 2014), whereas others fail to notice any difference whatsoever (Akpınar, Yildiz, Tatar & Ergin 2009; Toma & Greca 2018). Related to this, despite it appearing habitual that boys show better attitudes towards science than girls, some studies indicated that the level of interest could vary according to the scientific discipline. Therefore, girls show a greater interest in biological than physical sciences (Prokop, Prokop & Tunnicliffe 2007).

Age, associated with the promotion of students in the different stages of the educational system, has been identified as a variable that has an impact on attitudes towards science. This relationship could be described as inverse, given that favourable attitudes towards science are dramatically reduced as students progress (Ali et al. 2013; Said, Summers, Abd-El-Khalick & Wang 2016). In addition, Sjøberg & Schreiner (2010) identified that the economic development of the country where students are from moderates their attitude towards science, in such a way that residents of countries undergoing development show better attitudes towards the subject.

Academic performance has also been related to student attitudes towards science, as there are arguments stating that students with low academic performance reveal a more unfavourable attitude towards the subject than those who obtain better academic results (Caleon & Subramaniam 2008). Regardless, it appears that the association of these two variables is bidirectional, given that Abell & Lederman (2007) consider attitude towards science as one of the determining factors of student achievement in the subject, which has become one of the main parameters of success for a student studying science. In relation to this, learning styles may also be a key factor in the acquisition of knowledge and, in consequence, directly affect students' academic achievement (Simões, Díaz-Redondo & Fernández-Vilas 2013). This could be due to learning style being defined as the group of cognitive, affective and psychological characteristics of students that they use preferentially for interacting with their learning environment (Keefe 1979). Therefore, depending on the preference for one or another characteristic we might say that a student has one or more preferential learning styles. Thus, following the learning styles model of Honey & Mumford (2006), four learning style types can be established: active, reflexive, theoretical and pragmatic. This model understands learning as a cyclical process where the learner has to experiment (active), reflect on the cognitive problem presented by the experiment (reflexive), formulate hypotheses (theoretical) and effectively apply content learnt to other problems that may arise (pragmatic).

In short, authors such as Altun & Cakan (2006, and Kusutanto, Fui & Lan (2012) draw attention to the fact that the correlation between attitude towards science and academic performance has been frequently reported as being related to the implementation of certain learning strategies. As a result, it is considered self-evident in scientific education that positive learning experiences also lead to positive effects both at attitudinal and cognitive level (Osborne et al. 2003; Simpson & Oliver 1990).

#### **Participating in the teaching-learning process: another way of understanding teaching**

Science teaching practices have been habitually related to the textbook and, as a result, to a traditionally approach. Despite this, there has always been an innovating current that has made teachers reduce their dependence on the textbook and include reflection as an essential element for improving teaching methodology (Fraser 2015). This responds the need to create an appropriate classroom atmosphere and actively involve students in the teaching-learning process (Fiksl, Flogie & Aberšek 2017), as this all contributes to improving satisfaction and developing positive attitudes (Könings, Brand-Gruwel & van Merriënboer 2005). In this way, traditional science teaching approaches (Oh & Yager 2004) and the abuse of rote learning (Hacieminoglu 2016) appear to be closely related to unfavourable attitudes towards science. In contrast, experiences requiring an active role on the part of students and which provide a high degree of experience-based learning stimulate the creation of positive attitudes towards science (affective domain), as well as improving knowledge and comprehension of it (cognitive domain) (Vlaardingerbroek, Taylor, Bale & Kennedy 2017).

In accordance with these findings, the participative teaching approach is put forward as a mode that understands the teaching-learning process from the total active participation of the student. In relation to this, López-Noguero (2005) states that in a participative teaching method students must participate from the identification of their prior knowledge up to the assessment of their learning. Therefore, the participative approach emphasises that students must actively participate in the creation of content for

study, abandoning the role of consumers and adopting that of co-producers (McLoughlin & Lee 2007). The participative methodology thus acquires consistency upon integrating creativity and autonomy, as it has been demonstrated that allowing students to summarise content helps them to develop a deep understanding of it (Navarrete 2013). In this sense, it is worth drawing attention to the fact that when an opportunity arises for students to feel like “owners” of an idea, they can achieve progress in levels of motivation and learning permanence (Druin 2014). In other words, guiding students in the identification of what they know about a specific subject directly affects the successive teaching-learning process, which will lead to a new learning (Yager 2009).

To conclude the theoretical grounding, we should mention that out of the moderating variables of attitude towards science described therein (shown in Figure 1), this paper contemplates gender, academic performance and teaching method.

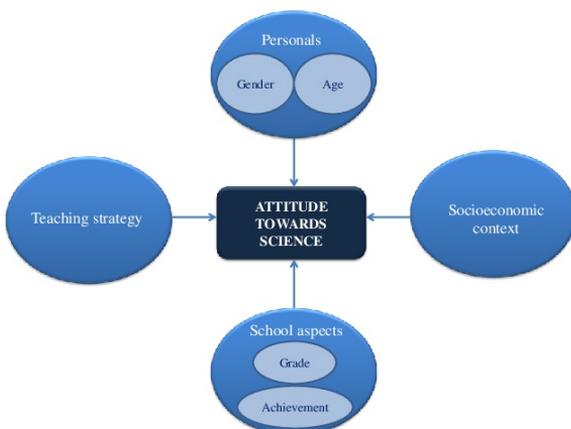


Figure 1. Possible moderating variables of attitude towards science.

**Aims and Research Questions**

The purpose of this study is to analyse the effect created by the participative teaching methodology in student attitudes towards science and academic performance in Biology and Geology, taking into account the moderation that the learning style of each student could have on their academic performance. Thus, the research questions (RQ) put forward in this paper focus on:

RQ 1: What is the effect of implementing a participative teaching approach on student attitudes towards science and academic performance? To respond to this question, quantitative data originating from the responses of students, and qualitative data originating from class observations and an interview with the participating teacher, were taken into consideration.

RQ 2: What is the relationship between attitude towards science and academic performance?

RQ 3: Which learning styles moderate academic performance in the subject of biology and geology?

**Methods**

**Study Design**

This study employed a mixed method approach via a concurrent triangulation design (Cresswell 2012). The mixed method was chosen in order to take advantage of the virtues of the quantitative and qualitative methodologies, compensating the weaknesses of one with the strengths of the other (Crewell & Clark 2007). The quantitative and qualitative data were collected using various instruments described below: (a) questionnaires completed by the students before and after the intervention; (b) non-participative

observation of classes during the intervention; and (c) interview with teacher following post-test of the intervention. The quantitative methodology had a dominant status over the qualitative methodology, using an ethnographic design (qualitative) in parallel to contrast the results obtained through a quasi-experimental design (quantitative). Furthermore, for the experimental design, there was a strategy of comparison and obtaining of intra-subject data (longitudinal), from the measurements carried out in the pre and post-test (Judd & Kenny 1981).

**Participants**

The participants were 61 first-year Secondary Education students at a state school located in a rural context in the south of Spain. Given the quasi-experimental design of the intervention, we decided to exclude four students (two boys and two girls) for two reasons: (1) prolonged absence during the intervention and (2) absence during pre or post-test. The final number of participants therefore stood at 57 students (28 girls and 29 boys) with an average age of 12.21 (SD = 0.49). It is also important to stress that the participants belonged to natural groups and none had special education needs.

The biology teacher, participant in the intervention and its subsequent interview, was selected from all of the teachers who taught this subject in the school for the following criteria:

- (1) The teacher showed interest and willingness to participate in the investigation.
- (2) The teacher gave his written consent to participate in the investigation.
- (3) The teacher allowed the researcher to access the classroom as an observer and signed the interview consent form.

The ethical authorisation for the study was obtained from the corresponding education administration, the school council of the centre, the students’ parents and the participating teacher.

**Educational intervention**

The educational intervention for the biology and geology subject was carried out between January and March of the 2017/2018 academic year, taking 11 weeks and being established in three stages (Table 1).

Table 1. Intervention programme.

Week	Stage	Description
1	Preparation	Carrying out pre-test, exposing students to the aims of the intervention, creation of work groups and negotiation with students on the guidelines to follow during the intervention.
2	Development	Teaching unit “The Atmosphere”. Content: (a) composition and structure of the atmosphere, (b) atmospheric pollution, (c) greenhouse effect and (d) importance of the atmosphere for living beings.
3		Teaching unit “The Hydrosphere”. Content: (a) composition and distribution of water on Earth, (b) aquatic pollution and (c) importance of water for living beings.
4		
5		Teaching unit “The Biosphere”. Content: (a) characteristics of the Earth that support life, (b) vital functions, (c) the cell, (d) characteristics of the prokaryote, eukaryote, animal and vegetable cell and (e) biodiversity.
6		
7		
8		
9		Assessment
10		
11		

Firstly, it should be pointed out that: (1) All of the sessions had a duration of one hour; and (2) the participating teacher employed a traditional methodology in the trimester prior to this intervention. The preparation stage took up three sessions, the development stage was carried out over 25 sessions and the assessment stage added two further sessions. In this manner the educational intervention totalled 30 sessions.

Secondly, we must consider the teaching units studied by the students before beginning the intervention described here. This responds the need to assess the possible differences in difficulty that could exist between the units seen before the intervention and those studied during it. Therefore, students studied two units that on the one hand dealt with the formation of the universe and the solar system and, on the other hand, minerals and rocks. In this regard, Bahar and Polat (2007) identified that secondary school students perceived less difficulty in the content that tackled space and star formation than those relating to cellular structure and organ functions. This case serves as an example of the challenge posed by the science subjects studied before and during the intervention, given that when contrasting them with the results obtained by Bahar and Polat (2007) we were able to confirm that students perceive greater difficulty in contents dealt with during the intervention than by those worked on previously. In light of

these findings, we could argue that the results obtain in the pretest (academic performance and attitude towards science) were not altered by the subjects studied before the intervention.

*Preparation stage*

Amongst the actions carried out in this stage, we highlight the following relevant aspects: (1) the pre-test included the registration of the official grades obtained by the students in the trimester prior to the intervention, and the completion on the part of students of two questionnaires, one to measure their attitude towards science and another to diagnose their preferred learning style or styles; (2) the creation of the work groups; and (3) the outlining of objectives, content and assessment criteria, as well as negotiating with the students the terms that would govern their participation.

*Development stage*

We designed three teaching units, shown in Table 1 and in accordance with the methodology of participative teaching, following a model of execution (Figure 2) identical for all in the interest of facilitating the work of the participating teacher (previously trained in this methodology) and controlling the internal validity of the intervention. Thus, on the one hand the implementation of the teaching units was carried out by the participating teacher. On the other hand, the researcher (one of the authors) undertook a systematic and participative observation in order to guarantee the correct execution of the intervention and analyse, from his perspective, the effects of participative methodology on student attitudes and participation.

The beginning of each unit saw the employment of techniques such as brainstorming and snowballing (López-Noguero 2005), both with the intention of identifying the prior ideas of students and contrast them with other ideas that could arise in the group.

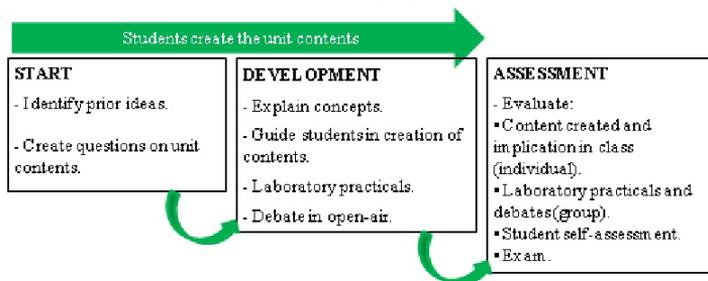


Figure 2. Model of execution for the teaching units based on a participative approach.

The development of the units was frequently supported by illustrations, as these aids of a visual nature were used for: (1) observing, analysing and describing scientific phenomena and concepts; and (2) bringing to the classroom phenomena that it would otherwise not be possible to study, all of this contributing towards improving interest in science (Eilam & Gilbert 2014). The laboratory practicals carried out followed a guided inquiry model (Bevins & Price 2016) in which visual representations and cooperative work had an important role. By way of example, the practical for unit 3 had the objective of analysing the differences between animal and vegetable cell/tissue (Figures 3 and 4). In this manner, the students first used the microscope to observe different samples of animal and vegetable cells/tissue. They then represented what they had observed through drawings and, finally, they analysed the differences.



Figure 3. Representation of muscle tissue. Figure 4. Representation of juncus plant tissue.

The explanation of the content followed an approach similar to that described for laboratory practicals, as the illustrations were a very important part. Further, given that students created their own content for the different units, their participation in the theoretical sessions was very high, using these interactions for guidance and assessment of their content production. In addition, it can be appreciated that during the development of each unit, the teaching and learning settings were interchanged, occurring in the classroom, the laboratory and a pine forest close to the school (where the debates were held). It is also important to emphasise that the intention behind the organised debates was to bring the content worked on in each unit closer to the day-to-day lives of the students. Therefore, the debates designed dealt with: (1) identifying of the main atmospheric pollutants in their locality and proposal of solutions to reduce them; (2) the state of the water in the river that runs by the town and proposal of measures for its conservation; and (3) gathering information on the species endemic to the Subbaetic Mountain Range and establish measures for its conservation.

The assessment of the teaching units was carried out from four dimensions: (1) individual work and implication of student; (2) work done in the constituted groups; (3) the unit exam; and (4) student self-assessment.

#### *Assessment stages*

Once unit 3 ended, the post-test was carried out. This consisted in the registration of the grades obtained by students in the second trimester of the biology and geology subject, as well as once again assessing their attitude towards science. Finally, we proceeded to interview the participating teacher.

#### *Data collection*

The instruments used in the study are described below:

- (1) Student academic performance was examined from the register of grades obtained in the subject of Biology and Geology in the first trimester (pre-test) and second trimester (post-test). The source the grades were extracted from was the database of the corresponding educational administration.
- (2) Attitude towards science was measured with the adapted version of the SMQ questionnaire (Glynn & Koballa 2006) realised and validated by Barak, Ashkar & Dori (2011). The questionnaire included 20 items with a Likert scale from 1-5, divided into four categories
  - (a) Self-efficacy (items: 4, 10, 14, 15, 19\*).
  - (b) Interest and enjoyment (items: 1, 7, 8\*, 11, 17).
  - (c) Connection with daily life (items: 2, 3, 12, 16, 20\*).
  - (d) Importance for the student (items: 5\*, 6, 9, 13, 18).

One item from each category (marked with \*) had a negative connotation, for example "Science lessons bore me", in a way that responding to this with "completely disagree or disagree" would be the desirable outcome from the attitudinal perspective. Thus, all negative items were codified inversely in order to establish a 0 to 100 value scale of the level of student attitudes towards science. Internal consistency was assessed from the Cronbach Alfa coefficient, obtaining a value of 0.89 for this study.

- (3) The learning style was diagnosed with the CHAEA-Junior questionnaire (Sotillo-Delgado 2014), which was validated by experts and statistically, obtaining an internal consistency of 0.70. The instrument consisted of 44 questions, in a way that students had to mark those they agreed with. In addition, 11 questions were destined towards each of the learning styles considered: active, reflexive, theoretical and pragmatic, in a manner that each student obtained a rating between 0 and 11 for each learning style.

- (4) The class observation was carried out via a systematic process of student participation and attitude. Student participation was thus counted according to the number of teacher-student interactions, categorised as high (20 or more interactions), medium (between 11 and 19) and low (10 interactions or fewer). Attitude was assessed via a descriptive scale from the fulfilment of a series of indicators (Table 2) in such a way that it was categorised into excellent (all indicators fulfilled), good (four fulfilled), average (three fulfilled) and poor (two indicators or under fulfilled).

Table 2. Indicators for assessing student attitudes

Domain	Indicator
Cognitive	1. Students form questions or reflections referring to the content addressed, showing comprehension and reflection of the same.
Affective	2. Students show interest in the content and/or activities. 3. Students respect the word and opinions of their classmates.
Behavioural	4. Levels of attention and noise appropriate for the development of the session. 5. Students are responsible and look after materials.

- (5) The vision of the teacher on the effects of the intervention on student attitudes towards science and academic performance was recorded through a semi-structured in-situ interview with no time limit. 11 questions were designed ad-hoc to respond to four topical nuclei:
- (a) Value judgement of the teacher towards the participative methodology and the use of illustrations to teach sciences.
  - (b) Effect created by this methodology and illustrations in attitudes towards science.
  - (c) Effect created by this teaching method in student academic performance.
  - (d) Proposals for improvement and incorporation of the methodology employed in his teaching work.

Table 3 shows the list of the instruments used for each research question.

Table 3. Classification of data collection instruments.

Research questions	Instruments
RQ 1	Grades register; Questionnaire (Adapted version of SMQ); Class observation; Interview of teacher.
RQ 2	Grades register; Questionnaire (Adapted version of SMQ).
RQ 3	Grades register; Questionnaire (CHAEA Junior)

**Data analysis**

The quantitative data were processed with the SPSS v.20. statistics package. First we checked that the attitude towards science and academic performance variables (pre and post-test measurements) had a normal distribution, to which we applied the Kolmogorov-Smirnov test. The results showed that some variables did not comply with the assumption of normality. Therefore, it was decided to apply Wilcoxon's non-parametric, Mann-Whitney's U and Spearman's Rho tests.

Wilcoxon's test was employed for analysing the differences between the pre and post-test on the attitude towards science and academic performance variables. Mann-Whitney's U test was used on these same variables for analysing the existence of differences for gender. Spearman's Rho test was employed for analysing the degree of association between the attitude towards science/academic performance and learning style/academic performance variables. In addition, we calculated averages and standard deviations for the variables attitude towards science (and its dimensions), academic performance and learning styles (active, reflexive, theoretical and pragmatic). For the statistical tests, p. values equal or inferior to .05 were taken as significant. Furthermore, in order to quantify the differences observed in the attitude towards science and academic performance variables, effect sizes were calculated from the Wilcoxon tests using the equation  $r = Z/\sqrt{N}$ , where N is the number of participating students and Z is the value of the statistical test. Regarding the value r, calculated with absolute values, we considered a value around 0.1 as a small effect, 0.3 a medium effect and those equal to or higher than 0.5 as a large effect (Cohen 1988).

The qualitative data, that is, those originating from the class observation and interview, were analysed independently. The data from the systematic class observation received a quantitative treatment (averages, frequencies and percentages), being complemented by the descriptions made by the researcher. For the data extracted from the interview, they were analysed in accordance with these four steps: (1)

prepare the data, including their organisation and transcription; (2) obtain a deep understanding of them via repeated readings; (3) code the data depending on the established thematic nuclei; and (4) interpretation (Rouna 2005).

**Results**

**RQ 1: What is the effect of implementing a participative teaching approach on student attitudes towards science and academic performance?**

*Quantitative results*

Table 4 shows the mean (M) and standard deviations (SD) of the academic performance and attitude towards science of the students in the pre and post-test stages, as well as showing the results of the Wilcoxon test applied to both variables and their respective effect sizes (ES).

Table 4. Analysis of academic performance and attitude towards science

Variable	N	Stage	M	SD	Z	p.	ES
Academic performance	57	Pre-test	7.53	1.62	-5,492	.001	0.72
	57	Post-test	8.51	1.15			
Attitude towards science	57	Pre-test	73.19	11.86	-4,368	.001	0.57
	57	Post-test	79.89	7.92			

As can be seen in Table 4, the average scores for both variables increased in the post-test stage, with the differences found between both measurements being significant. The quantitative representation of the identified differences refers to the calculated ES which, following Cohen (1988), can both be interpreted as large.

According to the instrument employed for measuring attitude towards science, we must take four dimensions into account, namely: self-efficacy, interest and enjoyment, connection with daily life and importance for the student. Therefore, the effect created in all of these has been analysed in order to specify the strengths and weaknesses of the participative teaching approach in order to have a bearing on the different elements that comprise attitude towards science (Table 5).

Table 5. Analysis of the dimensions of attitude towards science

Dimension	N	Stage	M	SD	Z	p.	ES
Self-efficacy	57	Pre-test	16.56	3.22	-1,988	.047	0.26
	57	Post-test	17.46	2.98			
Interest and enjoyment	57	Pre-test	20.44	3.69	-3,377	.001	0.45
	57	Post-test	22.02	2.15			
Connection with daily life	57	Pre-test	16.63	4.07	-4,604	.001	0.61
	57	Post-test	19.14	2.45			
Importance for the student	57	Pre-test	19.56	3.33	-3,586	.001	0.47
	57	Post-test	21.28	2.72			

The scores obtained by the students in the different dimensions that comprise attitude towards science significantly increase in the post-test stage (Table 5), with the most noteworthy increase being that which occurred in the Connection of science with students' day-to-day lives ( $r = 0.61$ , large effect). The self-efficacy, interest and enjoyment and importance of science for the student show a medium effect.

For the consideration of gender as a moderator in the analysed variables, on the one hand, significant differences were identified in academic performance at the pre-test stage ( $Z = -2.308 / p = .02$ ), in the sense that the girls ( $M = 8.04$ ) showed better performance in Biology and Geology than the boys ( $M = 7.03$ ). Following the teaching intervention, however, these differences disappeared ( $Z = -1.742 / p = .08$ ). On the other hand, no significant differences can be appreciated between girls and boys for attitude towards science either in the pre-test ( $Z = -1.054 / p = .29$ ) or the post-test ( $Z = -1.207 / p = .23$ ). Notwithstanding, on applying the Mann-Withney U test to the dimensions that comprise it, we observed significant differences in the Interest and enjoyment dimension, both for the pre-test ( $Z = -2.214 / p = .03$ ) and the post-test ( $Z = -1.958 / p = .05$ ). This is due to the boys ( $M_{pretest} = 21.55 / M_{posttest} = 22.51$ ) scoring higher in this dimension than the girls ( $M_{pretest} = 19.29 / M_{posttest} = 21.5$ ). Regardless, we can observe how this inequality is reduced in the post-test stage.

*Qualitative results: researcher and teacher perspectives*

The class observations were carried out during the entire intervention by one of the authors, who took the role of researcher external to the educational centre. In addition, the results obtained included 22 of the 25 sessions designed, with an exam to assess each corresponding unit (1, 2 and 3) being taken in each of the three sessions that were not included.

For the analysis of student participation, the results obtained show a high number of teacher-student interactions along general lines, with the exception of two sessions of the first unit where student participation was categorised as medium. We were able to observe this in the gradual increase in the number of interactions that occurred during the intervention, as shown in Table 6.

Table 6. Teacher-student interactions per unit.

Unit	N	Minimum	Maximum	M	SD
"The atmosphere"	57	15	58	27.63	13.47
"The hydrosphere"	57	21	61	37.75	13.32
"The biosphere"	57	30	70	44.83	13.79

According to the results obtained, we can appreciate an increase in the average number of interactions produced in the sessions for each unit. Specifically, the highest levels of participation were observed in the sessions for the identification of students' prior ideas ( $M = 33.67$ ), the open-air debates ( $M = 59.5$ ) and laboratory practicals ( $M = 46$ ).

Regarding the attitude shown by students, the data for the observations point to a progressive development of student interest in the subject of Biology and Geology (Table 7). In relation to this, on comparing student participation with their attitude shown in the different sessions carried out and collected from the systematic observation (Table 7), the researcher highlights the following as key aspects:

"(1) giving students the opportunity to express their prior knowledge on the subject to be addressed [...]; (2) being in different contexts (laboratory, classroom and natural space, in this case) during the unit [...]; (and 3) using images, videos or other visual supports when explaining content."

In accordance with the perception of the researcher, the teacher enhances the role of context in the promotion of positive attitudes towards science:

"For things that the textbook maybe summarises in one paragraph without any motivational element, when students have worked with them in the laboratory they have become hooked [...]. It was also really good to take them out of the classroom and into the fresh air, because this in itself makes them change their motivation and associate the material, basically, with something pleasant and enjoyable, because at the end of the day what's happening is that it's breaking the monotony."

The vision of the teacher in terms of the perceived effects on student attitudes towards science and academic performance is as follows:

"Thanks to the level of experimentation and other characteristics of the methodology carried out [referring to the participative methodology], I have seen a change in the attitude of the students towards science and towards the subject [Biology and Geology]."

"I think the participative methodology has been positive for improving performance. Firstly, because if we [referring to the teachers] evaluate with few notes, the margin for error both in favour and against is greater, so the more tools and activities we use for assessing, the better, although this implies more correction time, afterwards you have the certainty that the grades you're giving them [the students] are those they deserve."

Table 7. Categorisation of student attitudes per unit.

Category	Unit 1 F (%)*	Unit 2 F (%)*	Unit 3 F (%)*
Excellent	3(38%)	3(38%)	5(62%)
Good	4(50%)	5(62%)	1(12%)
Average	1(12%)	0	0
Poor	0	0	0

\*F = frequency with which attitude is categorised as excellent, good, average or poor.

Also, the teacher specifies that a possible moderator of positive effects achieved in student attitudes towards science and academic performance was:

“Having put forward the contents connected to what they know, with examples that directly affected them, all of this made them eager [...]. Therefore I think that this, compared to other types of approaches, has taken the learning to this extremely desired point of significance. [...] Anything that gives examples and where students have to take part in the construction of meanings, test, assess... includes them more and they become considerably more involved.”

To bring the exposition of the qualitative data to a close, we must pay attention to the value judgement that the teacher makes on the participative methodology in general, and on some of its characteristics in particular. In this way, his assessment of the participative methodology is positive, particular attention being drawn to:

“(On asking him his opinion on this teaching approach) I thought it was good, very good, because it’s a way of: giving the students autonomy [...]; making them learn to work together; to solve problems, because them having to obey someone is not the same as having to play a role in a group of peers.”

Further, in terms of the appreciation of the teacher for one of the main characteristics of this teaching approach, student self-assessment, he points to their self-perception and academic performance:

“I think it’s positive because at that age I doubt they’re aware of how their work went and, of course they don’t know that self-assessment may lead to an improvement in their grade.”

### ***RQ 2: What is the relationship between attitude towards science and academic performance?***

Given the clear effect produced in the students, in relation to their attitude towards science and academic performance, Spearman’s Rho statistical test was applied to identify the existing relationship between both variables. In this manner, the results obtained show a weak significant correlation ( $r = 0.271 / p = .04$ ) between both variables. Therefore, the following relationship can be established: the greater the academic performance of students in science, the better their attitude towards science, and vice versa.

With the aim of specifying the association described, we analysed the level of correlation between academic performance and the four dimensions considered. This allows us to shed light on the aforementioned statement, as we identified that the connection of science to students’ daily lives is correlated to academic performance in sciences ( $r = 0.289 / p = .03$ ).

### ***RQ 3: Which learning styles moderate academic performance in the subject of Biology and Geology?***

The results obtained for the student learning styles produce values between 0 and 11 for each of the typologies contemplated, in a way that the average and standard deviation of all of them has been calculated in the sample studied (Table 8).

Table 8. Statistics of the learning styles.

Type	M	SD	Minimum	Maximum
Active	5.19	1.86	1	10
Reflexive	7.25	2.56	1	11
Theoretical	7.23	2.26	2	11
Pragmatic	5.04	2.09	1	10

As can be seen in Table 8 the average values show that the students have a preference for the reflexive and theoretical learning styles, with the opposite being the case for the active and pragmatic styles. Certain similarities can also be perceived between the results obtained for the reflexive and theoretical styles, in the same way as for the active and pragmatic styles. This results which allows for two by two pairing of the learning styles (active/pragmatic and reflexive/theoretical), is supported when applying the non-parametric correlation test, as a significant correlation exists between the active and pragmatic styles ( $r = 0.309 / p = .02$ ) and between the theoretical and the reflexive ( $r = 0.661 / p = .01$ ). An analysis of the association of student learning style with academic performance in the subject of Biology and Geology also obtained a significant direct correlation between academic performance and the reflexive ( $r = 0.392 / p = .01$ ) and theoretical ( $r = 0.279 / p = .04$ ) learning styles, that is, those students who prefer the reflexive or theoretical styles display high academic performance, whereas those who prefer the active learning style show low academic performance ( $r = -0.336 / p = .01$ ).

### Discussion

Recent studies indicate that improving understanding of those factors that moderate student attitudes towards science, with special mention of science teaching strategies (Vedder-Weiss & Fortus 2018), could help to reverse the decline in student interest in the sciences (Osborne et al. 2003). As such, this study researched the effects of a participative teaching approach on student attitudes towards science and academic performance in Biology and Geology.

Regarding research question 1, the effect identified in the attitude towards science variable is significant, and could be quantified as large (Cohen, 1988). Thus, this effect, created following the application of the participative teaching approach, responds to the fact that an alternative teaching method (different to those of a traditional nature) tends to obtain better results regarding the promotion of positive attitudes towards science (Aguilera & Perales 2018). Specifically, Prokop et al. (2007) state that making students participants in the teaching-learning process and, above all, involving them in practical tasks, may make Biology more interesting to them. We were able to confirm this with the class observations, which show that the laboratory practicals and the open-air debates are the activities that generate most activity on the part of students. In this sense, Logan & Skamp (2008) add that the promotion of positive attitudes towards science amongst students depends mainly on: (1) the teaching-learning process focusing on the students; (2) the existence of discussion and reflection in the classroom; and (3) the existence of variety in teaching resources. For this reason, we can affirm that the participative methodology is ideal for developing positive attitudes towards science, as in light of the perception of the participating teacher these three key aspects are strong focus points of participative teaching. Regarding the effects observed in the four dimensions that comprise attitude towards science, they were significant and we were able to quantify them as medium effects (Cohen 1988) for the Self-efficacy, Interest and Enjoyment and Importance of Science, and large effect on the dimension Connection of science to students' daily lives. These results appear to indicate that amongst its strong points, the participative teaching approach links science to contexts familiar with students, which could have an effect on their affective commitment towards the content worked on. Additionally, these results were similar to those obtained by Aguilera & Perales (2016) in the Natural Sciences subject in the Primary Education stage. Therefore, it could be stated that the participative approach has a consistent effectiveness in the promotion of positive attitudes towards science.

Furthermore, student academic performance in the Biology and Geology subject greatly improved when the educational intervention ended. These results appear to be the consequence of the cooperative, experience based and active work undertaken by the students during the intervention, as these characteristics are key in student academic achievement (Myers & Fouts 1992). Further, according to the comments of the teacher, the reliability in the measurement of academic performance was high thanks to the continuous assessment carried out over each unit, and the wide range of tools employed.

To bring an end to the discussion on research question 1, we must point out that significant differences were found between boys and girls upon analysis of attitude towards science from the dimensions that conform it. The boys, then, appear to show more interest and enjoyment with science learning than the girls, in a way that this finding shares similarities with those obtained by Denessen et al. (2015), DeWitt & Archer (2015) and Pro & Pérez-Manzano (2014). Noteworthy differences were also identified in academic performance during the pre-test, in a manner that the girls obtained better results in Biology and Geology than the boys, which could be due to the fact that girls normally have a better academic self-perception than boys in these subjects, which could have an influence on academic performance.

For research question 2, the results obtained point to a weak correlation between attitude towards science and academic performance. Similar findings appeared in the works of Kristiani, Susilo &

Aloysius (2015) and Usak et al. (2009), the latter also obtaining a weak correlation between the attitudes towards Biology and academic achievement of its students. This evidence therefore allows it to be stated that student academic achievement in science subjects contributes to the development of positive attitudes towards the sciences, and vice versa (Willson 1983). Furthermore, we were able to identify that the connection of science with the daily lives of students is associated with their academic performance, a fact that can be explained by the relevance that scientific content acquires for students on being linked to their daily lives and tackling real world problems (Pearson 2017) and, ultimately, could have a direct repercussion on the affective, cognitive and behavioural components that define attitudes (Chen & Howard 2010; George 2000).

Lastly, for research question 3, the results obtained indicate a weak correlation between student academic performance in Biology and Geology with the active, reflexive and theoretical learning styles. In relation to this, Sudria, Redhana, Kima & Aini (2018) find that the learning style affects academic performance in Chemistry, whereas Fan, Xiao & Su (2015) find it does so in Biology. Specifically, in light of these results, we can state that the preference of students for the reflexive and theoretical learning styles could predict high performance in Biology and Geology, whereas those students who show a preference for the active learning style appear to obtain poorer academic performance.

### Conclusions

The purpose of this study was to determine the effect created by the participative teaching approach in attitude towards science and academic performance of students in Biology and Geology, as well as taking into account the moderation of the learning style of each student on their academic performance. This, carried out via a mixed method design, in the interest of triangulating the statistical results with the vision of the teacher and the class observations, allows us to conclude that:

- (1) The participative teaching approach shows a consistent effectiveness for promoting positive attitudes towards science and improving student academic performance, as both the statistical and qualitative data coincide on this point.
- (2) Attitude towards science is associated with student academic performance, with the connection of the contents with students' daily lives turning out to be a key aspect in this relationship.
- (3) Learning styles moderate student academic performance in Biology and Geology, with those students who prefer a reflexive or theoretical style obtaining better results than those who prefer the active style.

### Educational implications

The analysis of the result, obtained from an educational intervention in which a participative teaching approach was implemented, allows us to extract the following educational implications for teaching Biology:

- (1) Employing different contexts throughout the teaching-learning process, especially the laboratory and the open-air spaces, improves participation and predisposition of students in science learning.
- (2) Giving students the opportunity to express their prior knowledge improves their implication in the subject.
- (3) Supporting explanations of content with audiovisual materials contributes to increase student interest in it.
- (4) Connecting content with student day-to-day life appears to have a positive effect on their academic performance.

### Acknowledgements

This study has been made possible thanks to the participation of teacher R.M.D and the first year secondary education students from the "Álvarez Cubero" school. We also wish to thank the University of Granada, the Autonomous Government of Andalusia and the European Social Fund for awarding contract No. 6161 for contracting Young Research Personnel.

### References

Abell, S. K., and N. G. Lederman (Eds.). 2007. *Handbook of research on science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- Aguilera, D. and F. J. Perales-Palacios. 2016. Participatory Teaching Method in Natural Sciences: Involvement in Academic Performance and Pupils' Attitude towards Science of Elementary School. *ReiDoCrea*, 5: 119-129.
- Aguilera, D. and F. J. Perales-Palacios. 2018. What Effects Do Didactic Interventions Have on Students' Attitudes Towards Science? A Meta-Analysis. *Research in Science Education*, 1-25. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9702-2>
- Akpınar, E., E. Yıldız, N. Tatar and Ö. Ergin. 2009. Students' attitudes toward science and technology: an investigation of gender, grade level, and academic achievement. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1 (1): 2804-2808.
- Ali, M. M., R. E. Yager, E. Hacieminoglu and I. Caliskan. 2013. Changes in student attitudes regarding science when taught by teachers without experiences with a model professional development program. *School Science and Mathematics*, 113 (3): 109-119.
- Altun, A. and M. Cakan. 2006. Undergraduate students' academic achievement, field dependent/independent cognitive styles and attitude toward computers. *Journal Educational Technology & Society*, 9 (1): 289-297.
- Bahar, M. and M. Polat. 2007. The science topics perceived difficult by pupils at primary 6-8 classes: diagnosing the problems and remedy suggestions. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 7 (3): 1113-1130.
- Barak, M., T. Ashkar and Y. J. Dori. 2011. Learning science via animated movies: Its effect on students' thinking and motivation. *Computers & Education*, 54 (3): 839-846.
- Bevins, S. and G. Price. 2016. Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38 (1): 17-29.
- Caleon, I. S. and R. Subramaniam. 2008. Attitudes towards science of intellectually gifted and mainstream upper primary students in Singapore. *Journal of Research in Science Teaching*, 45 (8): 940-954.
- Chen, C. H. and B. Howard. 2010. Effect of live simulation on middle school students' attitudes and learning toward science. *Journal Educational Technology & Society*, 13 (1): 133-139.
- Cohen, J. 1988. *Statistical power analysis for the behavioural sciences*. Hillsdale: Erlbaum.
- Cresswell, J. W. 2012. *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research (4th ed.)*. Boston, MA: Pearson.
- Creswell, J. W. and V. L. P. Clark. 2007. *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Denessen, E., N. Vos, F. Hasselman and M. Louws. 2015. The Relationship between Primary School Teacher and Student Attitudes towards Science and Technology. *Education Research International*, 2015: 1-7.
- DeWitt, J. and L. Archer. 2015. Who Aspires to a Science Career? A comparison of survey responses from primary and secondary school students. *International Journal of Science Education*, 37 (13): 2170-2192.
- Druin, A. 2014. Inclusive ownership of participatory learning. *Instructional Science*, 42 (1): 123-126.
- Eilam, B., and J. K. Gilbert. 2014. The Significance of Visual Representations in the Teaching of Science. In B. Eilam and J. K. Gilbert (Eds.), *Science Teachers' Use of Visual Representations* (pp. 3-28). Switzerland: Springer.
- Fan, K. K., P. W. Xiao and C. H. Su. 2015. The Effects of Learning Styles and Meaningful Learning on the Learning Achievement of Gamification Health Education Curriculum. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11 (5): 1211-1229.
- Fiksl, M., A. Flogie and B. Aberšek. 2017. Innovative teaching/learning methods to improve science, technology and engineering classroom climate and interest. *Journal of Baltic Science Education*, 16 (6): 1009-1019.
- Fraser, S. P. 2015. Transformative Science Teaching in Higher Education. *Journal of Transformative Education*, 13 (2): 140-160.
- George, R. 2000. Measuring change in students' attitudes towards science over time: An application of latent variable growth modelling. *Journal of Science Education and Technology*, 9 (3): 217-225.
- Glynn, S. M. and T. R. Jr. Koballa. 2006. Motivation to learn college science. In J. J. Mintzes, and W. H. Leonard (Eds.), *Handbook of college science teaching* (pp. 25-32). Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
- Hacieminoglu, E. 2016. Elementary school students' attitude toward science and related variables. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11 (2): 35-52.
- Honey, P. and A. Mumford. 2006. *The Learning Styles Questionnaire, 80-item version*. Maidenhead, UK: Peter Honey.

- Judd, C. M. and D. A. Kenny. 1981. *Estimating the effects of social interventions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Keefe, J. W. 1979. Learning style: An overview. In J. W. Keefe (Ed.), *NASSP's Student learning styles: Diagnosing and prescribing programs* (pp. 1–17). Reston, VA: National Association of Secondary School.
- Koballa, T. R. and S. M. Glynn. 2007. Attitudinal and motivational constructs in science learning. In S. K. Abell and N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 75–102). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Könings, K. D., S. Brand-Gruwel and J. J. G. van Merriënboer. 2005. Towards more powerful learning environments through combining the perspectives of designers, teachers and students. *British Journal of Educational Psychology*, 75 (4): 645–660.
- Kristiani, N., H. Susilo, and D. C. Aloysius. 2015. The correlation between attitude toward science and cognitive learning result of students in different biology learnings. *Journal of Baltic Science Education*, 14 (6): 723-732.
- Kususanto, P., C. S. Fui and L. H. Lan. 2012. Teachers' expectancy and students' attitude towards science. *Journal of Education and Learning*, 6 (2): 87-98.
- Logan, M. and K. Skamp. 2008. Engaging students in science across the primary secondary interface: Listening to the students' voice. *Research in Science Education*, 38 (4): 501–527.
- López-Noguero, F. 2005. *The participatory methodology in university education*. Madrid: Narcea.
- McLoughlin, C. and M. Lee. 2007. Social software and participatory learning: Pedagogical choices with technology affordances in the Web 2.0 era. In *Proceedings of asilite 2007 Singapore*, 664-675. Retrieved from: [http://researchbank.acu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=3049&context=fea\\_pub](http://researchbank.acu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=3049&context=fea_pub)
- Myers, R. E. and J. T. Fouts. 1992. A cluster analysis of classroom environments and attitude towards science. *Journal of Research in Science Teaching*, 29: 929–937.
- Navarrete, C. C. 2013. Creative thinking in digital game design and development: A case study. *Computers & Education*, 69: 320-331.
- Oh, P. S. and R. E. Yager. 2004. Development of Constructivist Science Classrooms and Changes in Student Attitudes toward Science Learning. *Science Education International*, 15 (2): 105-113.
- Osborne, J., S. Simon and S. Collins. 2003. Attitude towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9): 1049–1079.
- Padilla, M. T., S. García and M. Suárez. 2010. Gender differences in students' general and academic self-concept at the end of compulsory education. *Revista de Educación*, 352: 495-515.
- Pearson, G. 2017. National academies piece on integrated STEM. *The Journal of Educational Research*, 110 (3): 224-226.
- Pro, A. and A. Pérez-Manzano. 2014. Primary and Secondary students' attitude towards the dichotomic view of Science. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3): 111-132.
- Prokop, P., M. Prokop and S. D. Tunnicliffe. 2007. Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of Biological Education*, 42 (1): 36-39.
- Ruona, W. E. A. (2005). Analyzing qualitative data. In R. A. Swanson and E. F. Holton (Eds.), *Research in organizations: Foundations and methods of inquiry* (pp. 223-263). San Francisco, CA: Berrett-Koehler.
- Said, Z., R. Summers, F. Abd-El-Khalick and S. Wang. 2016. Attitudes toward science among grades 3 through 12 Arab students in Qatar: findings from a cross-sectional national study. *International Journal of Science Education*, 38 (4): 621–643.
- Simões, J., R. Díaz-Redondo and A. Fernández-Vilas. 2013. A social gamification framework for a K-6 learning platform. *Computers in Human Behavior*, 29 (2): 345-353.
- Simpson, R. D. and J. S. Oliver. 1990. A Summary of Major Influences on Attitude toward and Achievement in Science among Adolescent Students. *Science Education*, 74 (1): 1–18.
- Sjøberg, S. and C. Schreiner. 2010. *The ROSE project. An overview and key findings*. Retrieved from <http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf>
- Sotillo-Delgado, J. F. 2014. The CHAEA-Junior questionnaire or how to diagnose learning styles in primary and secondary school students. *Journal of Learning Styles*, 7 (13): 182-201.
- Sudria, I. B. N., I. W. Redhana, I. M. Kirna and D. Aini. 2018. Effect of Kolb's Learning Styles under Inductive Guided-Inquiry Learning on Learning Outcomes. *International Journal of Instruction*, 11 (1): 89-102.
- Toma, R. B. and I. M. Greca. 2018. The Effect of Integrative STEM Instruction on Elementary Students' Attitudes toward Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14 (4): 1383-1395.

- Tytler, R. and J. Osborne. 2012. Student attitudes and aspirations towards science. In *Second international handbook of science education*, 597–625. Netherlands: Springer.
- Usak, M., P. Prokop, M. Özden, M. Özel, K. Bilen and M. Erdoğan. 2009. Turkish university students' attitudes toward biology: The effects of gender and enrolment in biology classes. *Journal of Baltic Science Education*, 8 (2): 88–96.
- Vedder-Weiss, D. and D. Fortus. 2018. Teachers' mastery goals: Using a self-report survey to study the relations between teaching practices and students' motivation for science learning. *Research in Science Education*, 48(1): 181-206.
- Vlaardingerbroek, B., N. Taylor, C. Bale and J. Kennedy. 2017. Linking the experiential, affective and cognitive domains in biology education: a case study–microscopy. *Journal of Biological Education*, 51 (2): 144-150.
- Willson, V. L. 1983. A meta-analysis of the relationship between science achievement and science attitude: Kindergarten through college. *Journal of Research in Science Teaching*, 20: 839–850.
- Yager, R. R. 2009. Participatory learning with granular observations. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 17: 1–13.

### 5.3. Comentarios finales

El OG<sub>3</sub> se ha alcanzado satisfactoriamente, pues se ha evidenciado cuantitativa y cualitativamente que el método de enseñanza participativo es efectivo en la promoción de actitudes positivas hacia la ciencia y mejora el rendimiento académico. Además, los resultados mostrados en este capítulo adquieren mayor consistencia si los contrastamos con el estudio piloto desarrollado en mi Trabajo Fin de Máster (Aguilera y Perales, 2016). En este sentido, además de obtener efectos similares en dichas variables, tanto en el pilotaje de la experiencia, con alumnos de 6º de Educación Primaria, como en aquella que aquí exponemos con alumnado de 1º de ESO, se obtuvieron resultados similares en el tamaño de estos efectos. Así, en ambas experiencias didácticas, con muestras distintas respecto a nivel educativo y en cuanto a participantes, la conexión de la ciencia con la vida cotidiana del alumnado fue la dimensión en la que se produjo un efecto mayor.

Finalmente, a la luz de las coincidencias comentadas, podría emerger una idea plausible: «una actuación didáctica similar, en contextos académicos diferentes y con docentes y alumnos distintos, parece producir un efecto semejante en la AC del alumnado». Además, esta afirmación puede fundamentarse en los resultados obtenidos en los artículos 1 y 2, pues el 95% de aquellos trabajos que manifiestan la incidencia en la AC del alumnado de la enseñanza basada en indagación y el 89% de aquellos que hacen lo mismo respecto de las salidas de campo coinciden en describir efectos positivos. Hecho que parece corroborar la hipótesis matizada en el Capítulo 3, pues esta establecía que la capacidad de un método o recurso didáctico para incidir en la AC del alumnado podría estar predeterminada por el contexto y las características de los agentes participantes en el proceso de E-A, pero sería el modo de ejecución y gestión del mismo el que delimitaría el efecto de dicho método o recurso didáctico sobre la AC.

# Capítulo 6

## ACTITUD Y ESTILOS DE APRENDIZAJE

---

Qué se va a tratar...

- 6.1. Presentación
- 6.2. Artículo 7
- 6.3. Comentarios finales

## **6.1. Presentación**

El artículo 7 es el último del compendio de trabajos que conforman esta tesis doctoral, de forma que con él abordamos el OG<sub>4</sub>. Este trabajo continua profundizando en el estudio de aquellos factores que inciden en la AC del alumnado. En esta ocasión trasladamos nuestra atención desde los factores extrínsecos (métodos y recursos didácticos) a aquellos intrínsecos al alumnado, concretamente a los EA.

La justificación de este trabajo, y consigo la del OG<sub>4</sub>, radica en uno de los hallazgos del capítulo anterior. Así, dada la relación directa entre el rendimiento académico del alumnado y su AC (Caleon y Subramaniam, 2008), y al encontrar correlaciones significativas entre los distintos EA del alumnado y su rendimiento académico, es coherente analizar la relación entre AC y EA.

## 6.2. Artículo 7<sup>7</sup>

### **Modelizando la relación entre actitud hacia la ciencia y estilos de aprendizaje en Educación Secundaria**

*Modelling the relationship between attitude towards science and learning styles in Secondary Education*

David Aguilera\*<sup>1</sup> y F. Javier Perales-Palacios\*

\*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada (España)

**Resumen.** El objetivo es analizar la relación entre actitud hacia la ciencia y estilos de aprendizaje, a través de la implementación un modelo de ecuación estructural. Así, a partir de un diseño ex post-facto, se recogieron datos referentes a la actitud hacia la ciencia (variable latente) y diagnosticaron los estilos de aprendizaje (variables observables) en una muestra de 259 alumnos de Educación Secundaria. Los resultados apuntan a la preferencia del alumnado por el estilo reflexivo, además de identificar un descenso progresivo en la actitud hacia la ciencia. Asimismo, se probó el modelo estructural que relaciona los estilos de aprendizaje con la actitud hacia la ciencia, mostrando un ajuste satisfactorio ( $X^2/g.l. = 1.654$ ; RMSEA = 0.050; GFI = 0.980; y CFI = 0.990). En este sentido, parece que la preferencia por los estilos reflexivo y teórico está asociada positivamente con la actitud hacia la ciencia.

**Palabras clave:** actitud hacia la ciencia; estilos de aprendizaje; enseñanza de las ciencias; modelos de ecuaciones estructurales; psicología educativa.

**Abstract.** The main objective is to analyse the relationship between attitude toward science and learning styles, through the implementation of a structural equation model. Thus, from an ex post-facto design, data related to the attitude toward science (latent variable) were collected and learning styles were diagnosed (observable variables) in a sample of 259 students of Secondary Education. The results point to the preference of the students for the reflective style, in addition to identifying a progressive decrease in the attitude toward science. Likewise, the structural model that relates the learning styles to the attitude towards science was proved, showing a satisfactory adjustment ( $X^2/d.f. = 1.654$ , RMSEA = 0.050, GFI = 0.980, and CFI = 0.990). In conclusion, it seems that the preference for reflective and theoretical styles is positively associated with attitude toward science.

**Keywords:** attitude towards science; learning styles; science education; structural equations modelling; educational psychology.

<sup>1</sup> **Correspondencia:** David Aguilera, davidaguilera@ugr.es, Campus Universitario Cartuja, Facultad de Ciencias de la Educación, s/n, 18011, Granada.

<sup>7</sup> Este trabajo está siendo evaluado en la revista *Enseñanza de las Ciencias*.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente existen una serie de retos educativos que deben abordarse desde las aulas y fuera de ellas, o lo que es lo mismo, deben ser afrontadas por docentes, familias, investigadores educativos y políticos. Asimismo, en este trabajo convergen dos retos actuales descritos como urgentes por la comunidad científica, dadas las dificultades que manifiestan los docentes en su quehacer educativo. Tan es así que este trabajo podría enmarcarse, por un lado, en aquel reto educativo destinado a responder a la diversidad de estilos de aprendizaje (en adelante, EA) y las distintas necesidades educativas del alumnado (Álvarez, et al., 2002), y por otro, en aquel que se ocupa del estudio de la actitud del alumnado hacia la ciencia (en adelante, AC) en aras de identificar factores que la menoscaban, así como contribuir a su mejora (Osborne, Simon y Collins, 2003).

Las líneas de investigación descritas han experimentado un incremento del interés en los últimos años, traduciéndose en un aumento del número de estudios realizados para comprender los EA de los estudiantes (Kolb y Kolb, 2009), así como aquellos orientados a la descripción de la AC de los mismos, aunque aquellos destinados a la mejora de la AC no han sufrido la misma expansión (Aguilera y Perales, 2018). Por el contrario, desembocando en el estado de la cuestión que nos atañe, no existe un amplio número de estudios en los que converjan EA y AC. No obstante, se identificaron algunos estudios que trabajaron constructos similares o estrechamente vinculados a los que aquí se proponen. Todos ellos publicados en esta década, hecho que parece señalar a esta temática como incipiente.

Consecuentemente, pueden actuar como precedentes de este trabajo los estudios realizados por:

- Jahangard, Soltani y Alinejad (2016), quienes estudian la relación entre las estrategias metacognitivas y la AC del alumnado, concluyeron que las estrategias metacognitivas utilizadas por el alumno podrían predecir su atracción hacia las ciencias. En esta dirección, Kristiani, Susilo, Rohman y Aloysius (2015), hallaron que las habilidades metacognitivas del alumnado están correlacionadas con sus actitudes científicas.
- Lamb, Akmal y Petrie (2015) confirman la relación entre el interés y la autoeficacia en disciplinas STEM, la rotación mental y la visualización espacial del alumnado.
- Zeyer (2010) determina que el estilo cognitivo podría predecir la motivación del alumnado hacia las ciencias.
- Y, por último, Kant y Singh (2015) analizan la relación entre estilos de aprendizaje,

las actitudes científicas y el rendimiento académico del alumnado de Educación Secundaria, de modo que aquellos que poseen un estilo de aprendizaje convergente evidencian mejores actitudes científicas y rendimiento académico en ciencias.

Consecuentemente, parece clara la relación existente entre aquellos factores afectivos, cognitivos y conductuales que se ven implicados en la AC. Por tanto, investigar cuál es el tamaño y la dirección de estas relaciones es esencial para mejorar el aprendizaje de las ciencias (Akilli y Genç, 2017). En este sentido, este trabajo pretende responder a las siguientes cuestiones:

- ¿Cómo son los EA y la AC del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria?
- ¿Qué relación existe entre los EA y la AC?

#### **Actitud hacia la ciencia**

La AC se refiere a la concepción emocional que los estudiantes poseen de la ciencia: creencias, valores y sentimientos (Newell, Tharp, Moreno, Zientek y Vogt, 2015). Por ende, la AC puede definirse como la disposición, inclinación o tendencia positiva o negativa que el alumnado evidencia hacia el aprendizaje de las ciencias (Koballa y Glynn, 2007). Tan es así que la implicación de aspectos afectivos, además de aquellos de naturaleza cognitiva y conductual, convierten a la AC en un constructo complejo y multifacético (Newell et al., 2015).

La interacción de componentes afectivos (principalmente), cognitivos y conductuales en la formación de la AC que experimenta el alumnado, está moderada por múltiples factores, tanto intrínsecos como extrínsecos al estudiante (Osborne et al., 2003). Así, los moderadores que más estudios han acaparado son el sexo, la edad y el curso del alumnado (Potvin y Hasni, 2014). Además, otros estudios han evidenciado la influencia de la estrategia de enseñanza-aprendizaje utilizada en la clase de ciencias (Aguilera y Perales, 2018), el rendimiento académico (Caleon y Subramaniam, 2008) o el nivel de desarrollo del país en el que reside el estudiante (Sjøberg y Schreiner, 2010).

Por otra parte, se ha comprobado la influencia en el desarrollo de actitudes positivas hacia las ciencias de la dificultad percibida por el alumnado durante el aprendizaje de las ciencias, sus competencias científicas y la ocupación de sus padres (Chi, Wang, Liu y Zhu, 2017). En este sentido, se echa en falta un mayor número de estudios que analicen la interacción entre afecto, cognición y conducta. Situación que experimenta el alumnado en la formación de su AC, cuya consideración podría contribuir a paliar el deterioro que esta sufre a lo largo de su escolarización en primera instancia y a mejorar el aprendizaje de las ciencias en última instancia (Akilli y Genç, 2017).

**Estilos de aprendizaje**

Si analizamos lingüísticamente y de forma aislada el término «estilo de aprendizaje», podemos definirlo como aquellos rasgos que caracterizan el modo en que una persona aprende (Marín-García, 2002). Desde una perspectiva más profunda, el EA puede definirse como el conjunto de características cognitivas, afectivas y fisiológicas que evidencia un individuo cuando se enfrenta a una situación de aprendizaje (Alonso, Gallego y Honey, 1994). En relación a esto, es importante remarcar la concepción del EA como una característica personal, que presenta cierta estabilidad y consistencia temporal (Marín-García, 2002). Consecuentemente, entender el EA como el modo en el que un estudiante se enfrenta a la tarea de aprender (Moya, Hernández, Hernández y Cózar, 2011), nos lleva a considerar el rol activo que adopta este al elaborar su propio aprendizaje (Armstrong, Cools y Sadler-Smith, 2012).

De este modo, uno de los principales objetivos del diagnóstico de los EA, tarea que puede realizarse a partir de diferentes teorías y herramientas, es mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Diago, Cuetos y González, 2018). Así, este trabajo aborda el estudio de los EA del alumnado siguiendo el modelo propuesto por Honey y Mumford (2006), en el que se pueden distinguir cuatro tipos de EA: activo, reflexivo, teórico y pragmático (Tabla 1). Este modelo entiende el aprendizaje como un proceso cíclico donde el aprendiz tiene que experimentar (activo), reflexionar sobre el problema cognitivo que plantea el experimento (reflexivo), formular hipótesis (teórico) y aplicar lo aprendido de forma eficaz a otros problemas que pudieran surgir (pragmático). Por tanto, un alumno puede mostrar una preferencia más o menos alta por las distintas fases del proceso descrito.

Tabla 1. Definiciones y características de los EA. Fuente: Alonso et al. (1994) y Alonso (1992).

EA	Definición	Características
Activo	Las personas que prefieren este EA muestran implicación y entusiasmo en las tareas novedosas. Suelen afrontar las experiencias nuevas como un reto, aunque no les agradan los plazos, ni aquellas cuestiones que perciban como rígidas o estrictas.	Animadores, improvisadores, descubridores, espontáneos, creativos, aventureros, líderes, resolutivos y dinámicos.
Reflexivo	Siempre contemplan diferentes perspectivas, aglutinando la mayor cantidad de datos y analizándolos con detenimiento. Suelen actuar con prudencia y escuchar a los demás antes de actuar.	Analíticos, observadores, recopiladores, pacientes, perfeccionistas, argumentadores, distantes e indagadores.
Teórico	Se preocupan por conocer en profundidad las cuestiones a la que se enfrentan, realizando unas observaciones detalladas e implementando la lógica en la resolución de sus problemas.	Sistemáticos, lógicos, objetivos, críticos, disciplinados, ordenados y sintéticos.
Pragmático	Suelen buscar la parte práctica de las cuestiones a la que se enfrentan, prevaleciendo su intuición e iniciativa en las distintas situaciones a la que se enfrentan.	Experimentadores, prácticos, directos, impacientes, concretos y seguros de sí mismos.

## MÉTODO

### Objetivos

Los objetivos de este estudio son: (1) describir la actitud hacia la ciencia y los estilos de aprendizaje del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria (ESO); (2) analizar la relación entre los estilos de aprendizaje del alumnado y su actitud hacia la ciencia mediante un modelo de ecuación estructural; y (3) evaluar la invarianza del modelo propuesto ante el sexo del alumnado.

### Participantes

En este trabajo participó el alumnado de un instituto público de una localidad andaluza, de forma que nos encontramos con una muestra de estudio por conveniencia. Así, participaron todos los alumnos que cursaban la ESO (N = 259) con una edad media de 13.78 años, la distribución del alumnado según sexo y curso se muestran en la Tabla 2.

La selección de los participantes fue por conveniencia dado que el estudio se realizó en el marco de un proyecto de investigación regulado a partir de las instrucciones del 14 de febrero de 2017 de la Dirección General de Innovación de la Junta de Andalucía, «para la participación de los centros docentes públicos no universitarios en intervenciones en el ámbito de la innovación y la investigación educativa realizadas en colaboración con las universidades andaluzas». Por tanto, este trabajo se ajusta a las exigencias éticas relacionadas con la labor investigadora.

Tabla 2. Datos de los participantes por sexo y curso.

Nivel educativo	Alumnas (%)	Alumnos (%)	Total (%)
1º ESO	28 (10.8)	29 (11.2)	57 (22)
2º ESO	30 (11.6)	24 (9.3)	54 (20.9)
3º ESO	43 (16.6)	42 (16.2)	85 (32.8)
4º ESO	28 (10.8)	35 (13.5)	63 (24.3)
Total	129 (49.8)	130 (50.2)	259 (100)

### Diseño

Se desarrolló un estudio ex post-facto de carácter transversal (Latorre, del Rincón y Amal, 1996), en el que se consideraron variables sociodemográficas (sexo y curso), la actitud hacia la ciencia (variable latente y dependiente) y los estilos de aprendizaje (variables observables e independientes). Así, se implementó una modelización a partir de ecuaciones estructurales (SEM, por sus siglas en inglés), permitiéndonos combinar teoría y datos estadísticos y, a su vez, valorar en qué medida se ajusta el modelo teórico a los resultados obtenidos (Byrne, 2010).

### Instrumentos

A continuación, se describen los instrumentos utilizados:

1. La actitud hacia la ciencia se midió con la versión adaptada del cuestionario SMQ (Glynn y Koballa 2006) realizada y validada por Barak, Ashkar y Dori (2011). El cuestionario incluye 20 ítems con una escala Likert de 1 a 5 (totalmente desacuerdo, desacuerdo, parcialmente de acuerdo, de acuerdo, totalmente de acuerdo), divididos en cuatro dimensiones:
  - (a) Autoeficacia (ítems: 4, 10, 14, 15, 19\*).
  - (b) Interés y disfrute (ítems: 1, 7, 8\*, 11, 17).
  - (c) Conexión con la vida diaria (ítems: 2, 3, 12, 16, 20\*).
  - (d) Importancia para el estudiante (ítems: 5\*, 6, 9, 13, 18).

Un ítem de cada dimensión (marcado con \*) tuvo una connotación negativa, de forma que fue codificado a la inversa a fin de establecer una escala de valor para cada una ellas, cuyas puntuaciones se comprenden entre 5 (baja) y 25 (alta). Así, este instrumento dio lugar a la creación de una variable latente (actitud hacia la ciencia) medida a partir de las cuatro dimensiones descritas (variables observables). En relación a la consistencia interna del instrumento, el alfa de Cronbach ( $\alpha = .89$ ) obtenido para este estudio evidencia una fiabilidad adecuada.

2. Los estilos de aprendizaje del alumnado se diagnosticaron a través del CHAEA-Junior (Sotillo-Delgado, 2014), el cual está validado por juicio de expertos y estadísticamente, ofreciendo una consistencia interna de 0.70 en la investigación citada. El instrumento consta de 44 cuestiones dicotómicas, de forma que cada alumno puede obtener una puntuación entre 0 y 11 para cada estilo de aprendizaje: activo, reflexivo, teórico y pragmático. Por tanto, los estilos de aprendizaje se tomaron como variables observables en este estudio.

#### **Procedimiento de recogida y análisis de datos**

Previo a la recogida de datos fue necesario realizar una serie de trámites administrativos a fin de cumplir con las exigencias éticas que deben considerarse en cualquier investigación educativa. Así, tras la aprobación del estudio por parte de la Administración educativa, el consejo escolar del centro educativo y los tutores legales del alumnado, se procedió a recoger los datos. Esto tuvo lugar entre los meses de diciembre de 2017 y enero de 2018.

Los cuestionarios se suministraron a los estudiantes en su clase habitual, en ausencia del docente y siempre bajo la supervisión del mismo investigador. El procedimiento fue el mismo para las once clases a las que se accedió, consistiendo en: (1) explicación de los objetivos de cada instrumento y modo en el que debían cumplimentarse; (2) reparto de cuestionarios; (3) lectura de los documentos y consulta de dudas; (4) resolución de dudas; y (5)

complimentación de los cuestionarios, tarea que ocupó entre 12 y 15 minutos.

El análisis estadístico se realizó con IBM SPSS Statistics 20.0 y AMOS 24.0. Primero de todo, se calcularon medias, desviaciones típicas (DT), asimetrías y curtosis para cada variable observable. Además, se aplicaron las pruebas no paramétricas U de Mann Whitney y Kruskal Wallis para analizar las diferencias en cada variable según sexo y curso. También se calculó el coeficiente de Mardia para valorar la normalidad multivariada y se ejecutaron los tests de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y esfericidad de Bartlett para comprobar la adecuación de los datos al análisis factorial confirmatorio (AFC) realizado al factor latente actitud hacia la ciencia, además de correlaciones bivariadas para analizar la multicolineidad de aquellos.

Tras los análisis previos, se procedió a la ejecución de un «modelo estructural» para analizar las relaciones existentes entre las variables consideradas en este estudio. De este modo, los estilos de aprendizaje (EA) (activo, pragmático, reflexivo y teórico) actúan como variables exógenas en el modelo mostrado en la Figura 1, mientras el factor latente actitud hacia la ciencia (AC) actúa como variable endógena. Asimismo, en este análisis se empleó el método Máxima Verosimilitud.

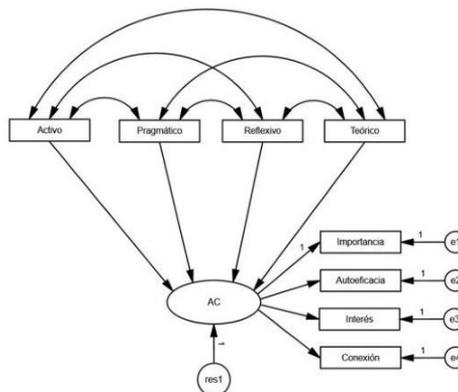


Figura 1. Modelo propuesto para relacionar los EA y AC.

La evaluación del ajuste del modelo teórico propuesto se realizó a partir de varios índices según la interpretación propuesta por Schermelleh-Engel, Moosbrugger y Müller (2003), la cual se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Interpretación de índices de ajuste. Adaptado de Schermelleh-Engel et al. (2003).

Índice de ajuste	Ajuste perfecto	Ajuste aceptable
Valor p. de $\chi^2$	.05 < p. ≤ 1	.01 < p. ≤ .05
$\chi^2/g.l.$	0 ≤ $\chi^2/g.l.$ ≤ 2	2 ≤ $\chi^2/g.l.$ ≤ 3
RMSEA	0 ≤ RMSEA ≤ 0.05	0.05 ≤ RMSEA ≤ 0.08
GFI	0.95 ≤ GFI ≤ 1	0.90 ≤ GFI ≤ 0.95
CFI	0.97 ≤ CFI ≤ 1	0.95 ≤ CFI ≤ 0.97

AIC el valor más bajo en modelos comparados

Finalmente, la invarianza del modelo se realizó a través de un análisis multigrupo en AMOS y se evaluó de acuerdo a las especificaciones de Cheung y Rensvold (2002). Así, para determinar la equivalencia de los modelos anidados (restringidos progresivamente) se atendió a que la varianza del índice de ajuste CFI del modelo menos restringido con aquellos más restringidos no fuese superior a 0.01.

**RESULTADOS**

**Análisis previos**

Se realizó un análisis descriptivo de las variables consideradas en este estudio, el cual se muestra en las Tablas 4 (análisis global) y 5 (análisis según sexo y curso del alumnado).

Tabla 4. Estadísticos descriptivos para las variables estudiadas (N = 259).

Variable	Media (DT)	Asimetría	Curtosis
Activo	5.15 (1.92)	-0.131	-0.533
Pragmático	4.90 (1.99)	0.116	-0.344
Reflexivo	6.66 (2.39)	-0.189	-0.558
Teórico	6.61 (2.16)	-0.088	-0.689
Importancia	18.40 (3.53)	-0.512	-0.166
Autoeficacia	14.90 (3.55)	-0.093	-0.357
Interés	18.21 (4.42)	-0.726	0.384
Conexión	15.88 (3.58)	-0.035	-0.311

Los resultados obtenidos para los EA apuntan a que, generalmente, el alumnado muestra mayor preferencia por el estilo reflexivo y teórico, mientras que el estilo pragmático es el que obtiene la media más baja en la muestra analizada. Por otro lado, las puntuaciones medias obtenidas en «Importancia» (que el alumno otorga a la ciencia escolar), «Interés» (y disfrute que el alumno experimenta en las clases de ciencias) y «Conexión» (de los contenidos de ciencias con la vida diaria del alumnado) podrían interpretarse como valores medianamente aceptables si atendemos a la escala de valor establecida. No obstante, conviene observar que la DT en el interés y disfrute del alumnado supera casi en un punto a aquellas obtenidas para el resto de dimensiones destinadas a la medición de la actitud hacia la ciencia. Así, podría afirmarse que la variable «Interés» tiene mayor amplitud y diversidad en los datos recogidos. Situación contraria se presenta en la «Autoeficacia» que manifiesta el alumnado en el aprendizaje de las ciencias, pues el valor medio 14.90 apunta a que el alumnado posee una percepción negativa de sus habilidades y conocimientos para tener éxito en el estudio de las ciencias.

Tabla 5. Medias de las variables según sexo y curso.

Variable	Sexo		Curso			
	Masculino	Femenino	1º	2º	3º	4º
Activo	5.36	4.93	5.19	5.50	5.08	4.89
Pragmático	6.60	6.73	5.04	5.69	4.46	4.70

Reflexivo	6.63	6.58	7.25	7.02	5.96	6.78
Teórico	5.11	4.69	7.23	6.98	6.06	6.46
Importancia	18.22	18.57	19.56	18.20	17.96	18.09
Autoeficacia	14.84	14.94	16.56	14.25	13.94	15.22
Interés	18.38	18.03	20.43	17.87	16.98	18.14
Conexión	16.09	15.66	16.63	16.11	14.82	16.42

Por un lado, el análisis de las variables según el sexo del alumnado arroja datos muy similares en todas variables entre ambos sexos (Tabla 5). Tan es así, que la prueba U de Mann-Whitney no identificó diferencias significativas en ninguna de las variables estudiadas.

Por otro lado, si atendemos a las cuatro últimas filas de la Tabla 5 podemos observar las puntuaciones obtenidas por el alumnado en las variables referentes a EA y AC según el curso. En este sentido, las preferencias del alumnado por los EA, ya identificadas en la Tabla 4, parecen mantenerse en todos los cursos de la ESO por este orden: reflexivo, teórico, activo y pragmático. Sin embargo, el grado de preferencia del alumnado fluctúa en los distintos cursos que componen la ESO, hecho que corrobora la prueba de Kruskal Wallis al identificar diferencias significativas en los estilos reflexivo ( $X^2 = 9.487$ ,  $p = .023$ ), teórico ( $X^2 = 11.190$ ,  $p = .011$ ) y pragmático ( $X^2 = 13.340$ ,  $p = .004$ ).

En relación a la AC, el análisis de las cuatro dimensiones que la componen según el curso evidencia dos cuestiones llamativas: (1) los valores medios obtenidos para cada curso en la variable «Importancia» tienen una fluctuación considerablemente menor respecto al resto de las variables del constructo AC; y (2) el decremento paulatino de las puntuaciones medias en «Importancia», «Autoeficacia», «Interés» y «Conexión» parece repuntar en el cuarto curso de ESO. Esta situación podría encontrar explicación en la libre elección del alumnado en el último curso de la ESO por cursar asignaturas propias de las Ciencias Sociales, las Humanidades o las Ciencias. Clarificados ambos hallazgos, hemos de destacar que se obtuvieron diferencias significativas según el curso para las variables «Autoeficacia» ( $X^2 = 19.984$ ,  $p < .001$ ), «Interés» ( $X^2 = 23.230$ ,  $p < .001$ ) y «Conexión» ( $X^2 = 9.825$ ,  $p = .020$ ).

Finalmente, los últimos análisis previos se destinaron a comprobar la adecuación de los datos al análisis SEM. Por ende, primero, y acorde a las sugerencias de Cupani (2012) se comprobaron los supuestos de normalidad uni y multivariada y la multicolinealidad entre las variables insertadas en el modelo expuesto en la Figura 1, posteriormente, siguiendo las recomendaciones de Byrne (2010) se realizó un AFC de la variable latente AC.

Respecto a los supuestos de normalidad, se comprobó la normalidad univariada a partir de los valores de asimetría y curtosis obtenidos en cada variable (Tabla 4), encontrándose todos ellos en el rango (-1,1) que según Ferrando y Anguiano-Carrasco (2010) son signo de aproximación a la normalidad. Asimismo, el coeficiente de Mardia obtenido (1.966) evidencia

el cumplimiento del supuesto de normalidad multivariada, según el criterio establecido por Ullman (2006). Además, se ha comprobado la ausencia de redundancia entre las variables estudiadas, dado que los valores  $r$  de Pearson fueron inferiores a .85 en todas las combinaciones (Kline, 2005).

En cuanto al AFC, primero, los valores obtenidos en KMO (.817) y en la prueba de esfericidad de Bartlett ( $X^2 = 576.695$ ,  $p. < .001$ ) apuntan a la adecuación de los datos para la realización de un análisis factorial (Ferrando y Anguiano-Carrasco, 2010). Después, los índices de ajuste arrojados parecen satisfactorios:  $X^2 = 3.442$  ( $p. = .179$ );  $X^2/g.l.$  (grados de libertad) = 1.721; RMSEA = 0.053; GFI = 0.994; y CFI = 0.997.

### Modelización

Tras los análisis previos, se inició el proceso de modelización siguiendo las fases propuestas por Kline (2005), de forma que tras la especificación del modelo (Figura 1) se identificó el mismo ( $g.l. > 0$ ), se estimaron los parámetros y se evaluó el ajuste. Después, a fin de mejorar el ajuste del modelo estructural propuesto, atendiendo a los fundamentos teóricos y evitando cualquier artificialidad, se reespecificó el modelo inicial a partir de «índices de modificación». A continuación, se muestra la evaluación comparada del ajuste del modelo inicial y final (Tabla 6) y los parámetros del modelo final (Figura 2 y Tabla 7).

Tabla 6. Evaluación del ajuste para los modelos inicial y final.

Índice de ajuste	Modelo inicial	Modelo final
Valor p. de $X^2$	.005	.064
$X^2/g.l.$	2.242	1.654
RMSEA	0.069	0.050
GFI	0.971	0.980
CFI	0.980	0.990
AIC	75.383	67.500

Los resultados del modelo inicial expresan un ajuste que podría ser aceptado bajo las condiciones de Barret (2007). Así, a pesar de que presenta un nivel de probabilidad significativo para  $X^2$  cuando no debería ser así, el resto de índices de ajuste absoluto ( $X^2/g.l.$  y GFI), relativo (CFI) y parsimonioso (RMSEA) presentan valores aceptables (Tabla 6). No obstante, se evaluaron los índices de modificación obtenidos en el análisis a fin de obtener un valor p. de  $X^2$  que nos permitiera aceptar el modelo propuesto. Por tanto, pareció plausible considerar la relación entre el estilo teórico y la importancia que otorga el alumnado a la ciencia escolar.

La modificación introducida en el modelo final encuentra fundamento en la «Teoría de la Relevancia» (Sperber y Wilson, 2004), pues la importancia puede explicarse a partir del efecto cognitivo causado en un individuo por una información determinada y del esfuerzo destinado por este al procesamiento de la misma. Todo ello, se encuentra estrechamente vinculado a las

habilidades cognitivas, afectivas y procedimentales del alumnado, de modo que Akilli y Genç (2017) relacionan directamente las habilidades de resolución de problemas con el valor que el alumnado pueda otorgar a la ciencia escolar. Consecuentemente, si atendemos a las características de aquellos alumnos que prefieren el estilo teórico (Tabla 1) parecería lógico que estos valorasen en mayor medida la ciencia escolar que el resto.

Tan es así que la modificación realizada conduce a la aceptación del modelo ( $p$  de  $\chi^2 > .05$ ) y a la mejora del ajuste del mismo a los datos recogidos, pues todos los índices de ajuste mejoraron en el modelo final respecto al inicial (Tabla 6). Además, el modelo final (Figura 2) presenta un valor del índice AIC (67.500) menor que aquel obtenido en el modelo inicial (75.383).

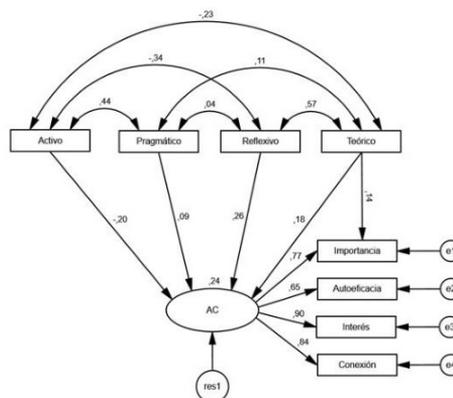


Figura 2. Representación visual con estimaciones estandarizadas del modelo final.

Se observaron correlaciones estadísticamente significativas ( $p < .05$ ) entre los EA activo, reflexivo y teórico, de forma que los estilos reflexivo y teórico mantienen una asociación positiva ( $r = 0.570$ ), mientras que la relación de estos con el estilo activo es inversa ( $r = -0.344$  y  $r = -0.232$ , respectivamente). Por el contrario, el estilo pragmático solo evidenció una asociación significativa, en este caso positiva, con el estilo activo ( $r = 0.441$ ). Asimismo, se hallaron relaciones estadísticamente significativas entre los estilos activo, reflexivo y teórico con la AC ( $r = -0.205$ ,  $r = 0.255$  y  $r = 0.177$ , respectivamente), mientras el estilo pragmático parece ser inocuo en cuanto a su incidencia en la AC del alumnado se refiere ( $r = 0.094$ ,  $p > .05$ ). Todo ello, arroja un valor del 24% de la varianza explicada por los EA para la AC.

Tabla 7. Estimaciones no estandarizadas (N.E.) y estandarizadas (E.) del modelo final.

Relación entre variables		N.E.		C.R.	p.	E.
		Estimación	S.E.			Estimación
Activo	-> AC	-0.291	0.102	-2.862	.004	-0.205

Pragmático	->	AC	0.130	0.092	1.408	.159	0.094
Reflexivo	->	AC	0.291	0.085	3.425	.001	0.255
Teórico	->	AC	0.224	0.092	2.423	.015	0.177
Importancia	<-	AC	1.000	-	-	-	0.773
Autoeficacia	<-	AC	0.851	0.079	10.728	.001	0.655
Interés	<-	AC	1.463	0.096	15.231	.001	0.904
Conexión	<-	AC	1.100	0.077	14.336	.001	0.839
Importancia	<-	Teórico	0.222	0.069	3.195	.001	0.136
Pragmático	<->	Activo	1.683	0.259	6.486	.001	0.441
Pragmático	<->	Reflexivo	0.167	0.296	0.565	.572	0.035
Pragmático	<->	Teórico	0.459	0.269	1.706	.088	0.107
Reflexivo	<->	Activo	-1.580	0.302	-5.227	.001	-0.344
Reflexivo	<->	Teórico	2.945	0.370	7.951	.001	0.570
Teórico	<->	Activo	-0.962	0.265	-3.626	.001	-0.232

Nota: S.E.: Estimación del error; C.R.: Ratio Crítico; p.: nivel de probabilidad.

**Análisis de la invarianza según el sexo**

Una vez se estableció el modelo estructural (Figura 2), se procedió al análisis de la invarianza del mismo según el sexo del alumnado, dado que la muestra objeto de estudio presentaba un balance equilibrado entre alumnos (N = 130) y alumnas (N = 129). Así, el análisis de la invarianza partió de la evaluación del ajuste del modelo de línea base (sin restricciones) sobre ambos sub-grupos, al cual se le asociaron una serie de modelos anidados que fueron evaluados conforme a la ΔCFI (Tabla 8). Las restricciones realizadas en los distintos modelos anidados obedecen al siguiente orden: (1) restricciones sobre las cargas factoriales; (2) restricciones sobre los interceptos; (3) restricciones sobre las covarianzas; y (4) restricciones sobre los valores residuales.

A la luz de los resultados mostrados en la Tabla 8, se puede considerar que el modelo propuesto se ajusta correctamente a ambos sexos, pues todos los modelos anidados mostraron un ajuste adecuado a los datos y la ΔCFI no excedió en ningún caso el valor 0.01. Por tanto, siguiendo a Byrne (2008) podemos afirmar que el modelo establecido para relacionar EA y AC cumple una invarianza estricta, ya que existe invarianza de las cargas factoriales, los interceptos, las covarianzas y los valores residuales.

Tabla 8. Evaluación de la invarianza según el sexo del alumnado.

Modelo	X <sup>2</sup>	g.l.	p.	RMSEA	GFI	CFI	ΔCFI
Modelo sin restricciones	26.779	26	.421	0.011	0.975	0.999	-
Invarianza métrica	29.131	29	.458	0.009	0.973	1.000	0.001
Invarianza factorial	38.214	34	.284	0.022	0.926	0.995	0.005
Covarianza estructural	51.143	44	.214	0.025	0.923	0.992	0.003
Valores residuales	60.134	49	.132	0.030	0.920	0.987	0.005

**DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

Este trabajo aborda la AC y los EA del alumnado de ESO, mostrando un análisis descriptivo e inferencial (SEM) de ambas variables a fin de cubrir los objetivos propuestos.

Los descriptivos básicos referentes, por un lado, a los EA evidenciaron una preferencia,

generalizada para ambos sexos y distintos cursos de la ESO, por el estilo reflexivo. Hecho que se corresponde con los hallazgos aportados por Gómez-Ruiz y Gil-López (2018) y la tendencia mostrada en la revisión de Bahamón, Vianchá, Alarcón y Bohórquez (2012). Además, no se encontraron diferencias significativas según el sexo del alumnado para los EA, al igual que en el estudio de Úbeda y Escríaxiñe (2002) (citado en Bahamón et al., 2012). Sin embargo, sí existieron diferencias significativas para los EA en cuanto el curso, hecho que refrenda la adaptación por parte del alumnado a las exigencias de cada nivel educativo (Bahamón et al. 2012).

Por otro lado, los principales hallazgos obtenidos sobre la AC del alumnado de ESO parecen ir en sintonía con investigaciones anteriores. En este sentido, según los datos mostrados en la Tabla 5, la AC del alumnado desciende según este avanza de nivel educativo (Said, Summers, Abd-El-Khalick y Wang, 2016; Vázquez y Manassero, 2008). Sin embargo, resulta reseñable el hecho de que el alumnado de ESO valore la importancia de la ciencia escolar con la misma intensidad (las diferencias según el curso fueron mínimas). Hecho que podría explicarse a partir de la aportación de Jenkins y Nelson (2005), quienes identifican que el alumnado reconoce la importancia de la ciencia, pero que a pesar de ello suelen optar por cursar estudios superiores alejados de esta. Además, se identificó que el nivel de actitud hacia la ciencia fue similar en alumnos y alumnas (Gómez-Montilla y Ruiz-Gallardo, 2016). No obstante, la discusión de la comunidad científica sobre la influencia del sexo en la AC del alumnado está lejos del consenso (Osborne et al., 2003). De modo que otros si hallaron diferencias en la AC conforme al sexo del alumnado (Smith, Pasero y McKenna, 2014), lo cual podría responder a la imagen de la ciencia que se transmite en libros, películas, programas televisivos o artículos periodísticos (Salta y Tzougraki, 2004).

La relación entre las variables consideradas (AC y EA) parece lógica si atendemos a los vínculos que existen en ambos constructos, pues tanto la AC (Koballa y Glynn, 2007) como los EA (Alonso et al., 1994) poseen componentes afectivos y emotivos. Tan es así, que el modelo estructural (Figura 2) propuesto para relacionar los EA con la AC del alumnado presenta un ajuste satisfactorio a los datos. Por tanto, la transposición teórico-práctica del modelo parece plausible, más si cabe, si tomamos como referencia el estudio de Kant y Singh (2015) en el que se identificó una correlación positiva entre el EA convergente del alumnado (término utilizado por Kolb en la «Teoría del aprendizaje experiencial», que podría corresponderse con el estilo reflexivo propuesto por Honey y Mumford) y sus actitudes científicas. En este sentido, habría que remarcar que las actitudes científicas del alumnado hacen referencia a características cognitivas acordes a la idiosincrasia del científico y

vinculadas, consecuentemente, al método científico (Vázquez y Manassero, 1995). Asimismo, el modelo estructural propuesto corrobora los atisbos apuntados por Dhindsa y Salleh (2018), quienes intuyeron la incidencia de los EA en la AC del alumnado al identificar el deterioro progresivo de esta independientemente de si el entorno escolar era coeducativo o no. Consecuentemente, dicho estudio parece complementar los argumentos actuales dirigidos a explicar el deterioro de la AC del alumnado (Osborne et al., 2003; Vázquez y Manassero, 2008). En definitiva, a la luz de los resultados obtenidos y los hallazgos discutidos, el modelo estructural planteado establece una relación causal entre EA y AC coherente y fundamentada, además de presentar cierta estabilidad a determinadas características del alumnado (en este caso se probó la invarianza del modelo ante el sexo del alumnado).

Todo lo discutido, nos conduce a tres conclusiones principales: (1) en relación a los EA, el estilo reflexivo es el de mayor preferencia para el alumnado de ESO. En cuanto a la AC, a pesar de constatar el deterioro progresivo de la AC del alumnado en la etapa educativa estudiada, parece que el alumnado considera importante la ciencia escolar para ellos mismos y para la sociedad; (2) el modelo estructural propuesto evidencia una relación causal factible entre EA y AC, en la que los estilos reflexivo y teórico parecen condicionar positivamente la AC del alumnado, mientras que una mayor preferencia del estilo activo podría predisponer al alumno a experimentar una AC menos favorable; y (3) el modelo estructural establecido es invariante al sexo del alumnado.

Finalmente, hemos de atender a la conclusión general que se desliza, pues a la luz de los resultados sería lógico ocuparse del diagnóstico de los EA del alumnado a fin de diseñar intervenciones educativas más efectivas en cuanto al desarrollo de actitudes positivas hacia el aprendizaje de la ciencia. En este sentido, el trabajo de revisión de Kanadli (2016) concluyó que los EA podrían incidir en las actitudes que el alumnado experimenta hacia el estudio de diferentes materias. También, hemos de prestar atención a las limitaciones del trabajo y la prospectiva que surge del mismo. Así, la principal limitación se corresponde con la muestra, que a pesar de ser suficiente para realizar un análisis SEM según las directrices de Byrne (2010), debería aumentarse en futuros estudios en aras de mejorar la generalización de los resultados y probar la estabilidad del modelo ante otras variables (curso, etapa educativa...).

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D., & Perales, F.J. (2018). What Effects Do Didactic Interventions Have on Students' Attitudes Towards Science? A Meta-Analysis. *Research in Science Education*, 1-25. DOI: 10.1007/s11165-018-9702-2
- Akilli, M., & Genç, M. (2017). Modelling the effects of selected affective factors on learning

- strategies and classroom activities in science education. *Journal of Baltic Science Education*, 16(4), 599-611.
- Alonso, C. (1992). *Estilos de Aprendizaje: Análisis y diagnóstico en estudiantes Universitarios*. Madrid: Editorial Universidad Complutense.
- Alonso, C., Gallego, D., & Honey, P. (1994). *Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao: Mensajero.
- Álvarez, V., Rodríguez, A, García, E., Gil, J., Romero, S., Padilla, M.T., García, J., & Correa, J. (2002). La atención a la diversidad en los centros de enseñanza secundaria: Estudio descriptivo de la provincia de Sevilla. *Revista de Investigación Educativa*, 20(1), 225-245.
- Armstrong, S.J., Cools, E., & Sadler-Smith, E. (2012). Role of cognitive styles in business and management: Reviewing 40 years of research. *International Journal of Management Reviews*, 14, 238–262. DOI: 10.1111/j.1468-2370.2011.00315.x
- Bahamón, M.J., Vianchá, M.A., Alarcón, L.L., & Bohórquez, C.I. (2012). Estilos y estrategias de aprendizaje: una revisión empírica y conceptual de los últimos diez años. *Pensamiento psicológico*, 10(1), 129-144.
- Barak, M., Ashkar, T., & Dori, Y.J. (2011). Learning science via animated movies: Its effect on students' thinking and motivation. *Computers & Education*, 54(3), 839-846. DOI: 10.1016/j.compedu.2010.10.025
- Barrett, P. (2007). Structural equation modelling: Adjudging model fit. *Personality and Individual Differences*, 42(5), 815-824. DOI: 10.1016/j.paid.2006.09.018
- Byrne, B. (2008). Testing for multigroup equivalence of a measuring instrument: Awalk through the process. *Psicothema*, 20(4), 872–882.
- Byrne, B.M. (2010). *Structural equation modeling with Amos: Basic concepts, applications, and programming* (2nd Ed.). New York: Taylor & Francis.
- Caleon, I.S., & Subramaniam, R. (2008). Attitudes towards science of intellectually gifted and mainstream upper primary students in Singapore. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(8), 940-954. DOI: 10.1002/tea.20250
- Chi, S., Wang, Z., Liu, X., & Zhu, L. (2017). Associations among attitudes, perceived difficulty of learning science, gender, parents' occupation and students' scientific competencies. *International Journal of Science Education*, 39(16), 2171-2188. DOI: 10.1080/09500693.2017.1366675.
- Cupani, M. (2012). Análisis de Ecuaciones Estructurales: conceptos, etapas de desarrollo y un ejemplo de aplicación. *Revista Tesis*, 1, 186-199.
- Dhindsa, H.S., & Salleh, S.B.H.M. (2018). Affective Domain Progression in Single-Sex and

- Coeducational Schools. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(5), 891-908. DOI: 10.1007/s10763-015-9692-8
- Diago, M.L., Cuetos, M.J., & González, P. (2018). Análisis de las herramientas de medición de los Estilos de Aprendizaje. *Revista de Educación*, 381, 95-132. DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2017-381-382
- Ferrando, P.J., & Anguiano-Carrasco, C. (2010). El análisis factorial como técnica de investigación en psicología. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 18-33.
- Glynn, S.M., & Koballa, T.R.Jr. (2006). Motivation to learn college science. In J.J. Mintzes, and W.H. Leonard (Eds.), *Handbook of college science teaching* (pp. 25–32). Arlington: National Science Teachers Association Press.
- Gómez-Montilla, C., & Ruiz-Gallardo, J.R. (2016). El rincón de la ciencia y la actitud hacia las ciencias en Educación Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 643–666. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18503>
- Gómez-Ruiz, P., & Gil-López, A.J. (2018). El estilo de aprendizaje y su relación con la educación entre pares. *Revista de Investigación Educativa*, 36(1), 221-237. DOI: 10.6018/rie.36.1.233731
- Honey, P., & Mumford, A. (2006). *The Learning Styles Questionnaire, 80-item version*. Maidenhead, UK: Peter Honey.
- Jahangard, Z., Soltani, A., & Alinejad, M. (2016). Exploring the relationship between metacognition and attitudes towards science of senior secondary students through a structural equation modelling analysis. *Journal of Baltic Science Education*, 15(3), 340-349.
- Jenkins, E., & Nelson, N.W. (2005). Important but not for me: Students attitudes toward secondary school science in England. *Research in Science & Technological Education*, 23(1), 41-57. DOI: 10.1080/02635140500068435
- Kanadli, S. (2016). A Meta-Analysis on the Effect of Instructional Designs Based on the Learning Styles Models on Academic Achievement, Attitude and Retention. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 16(6), 2057-2086. DOI: 10.12738/estp.2016.6.0084
- Kant, R., & Singh, M.D. (2015). Relationship between learning styles and scientific attitude of secondary school students and their achievement in Science subject. *Journal of Educational Sciences & Psychology*, 5(1), 1-10.
- Kline, R.B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling* (2nd Ed.). New York: Guilford.
- Koballa, T.R.Jr., & Glynn, S.M. (2007). Attitudinal and Motivational Constructs in Science

- Learning. In S. K. Abell and N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 75-102). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kolb, A.Y., & Kolb, D.A. (2009). The learning way: Meta-cognitive aspects of experiential learning. *Simulation & Gaming, 40*(3), 297-327. DOI: 10.1177/1046878108325713
- Kristiani, N., Susilo, H., Rohman, F., & Aloysius, D.C. (2015). The contribution of students' metacognitive skills and scientific attitude towards their academic achievements in biology learning implementing Thinking Empowerment by Questioning (TEQ) learning integrated with inquiry learning (TEQI). *International Journal of Educational Policy Research and Review, 2*(9), 113-120. DOI: 10.15739/IJEPRR.020
- Lamb, R., Akmal, T., & Petrie, K. (2015). Development of a cognition-priming model describing learning in a STEM classroom. *Journal of Research in Science Teaching, 52*(3), 410-437. DOI: 10.1002/tea.21200.
- Latorre, A., del Rincón, D., & Amal, J. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: Hurtado.
- Marín-García, M.Á. (2002). La investigación sobre diagnóstico de los estilos de aprendizaje en la enseñanza superior. *Revista de Investigación Educativa, 20*(2), 303-337.
- Moya, M.V., Hernández, J.R., Hernández, J.A., & Cózar, R. (2011). Análisis de los estilos de aprendizaje y las TIC en la formación personal del alumnado universitario a través del cuestionario REATIC. *Revista de Investigación Educativa, 29*(1), 137-156.
- Newell, A.D., Tharp, B.Z., Moreno, N.P., Zientek, L.R., & Vogt, G.L. (2015). Students' attitudes toward science as predictors of gains on student content knowledge: Benefits of an after-school program. *School Science and Mathematics, 115*, 216-225. DOI: 10.1111/ssm.12125
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education, 25*(9), 1049-1079. DOI: 10.1080/0950069032000032199
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education, 50*(1), 85-129. DOI: 10.1080/03057267.2014.881626
- Said, Z., Summers, R., Abd-El-Khalick, F., & Wang, S. (2016). Attitudes toward science among grades 3 through 12 Arab students in Qatar: findings from a cross-sectional national study. *International Journal of Science Education, 38*(4), 621-643, DOI: 10.1080/09500693.2016.1156184
- Salta, K., & Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in

- high schools in Greece. *Science Education*, 88(4), 535-547. DOI: 10.1002/sce.10134
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research Online*, 8(2), 23-74.
- Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2010). *The ROSE project. An overview and key findings*. Recuperado de: <http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf>
- Smith, T.J., Pasero, S.L., & McKenna, C.M. (2014). Gender effects on student attitude toward science. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 34(1-2), 7-12. DOI: 10.1177/0270467614542806
- Sotillo-Delgado, J.F. (2014). The CHAEA-Junior questionnaire or how to diagnose learning styles in primary and secondary school students. *Journal of Learning Styles*, 7(13), 182-201.
- Ullman, J.B. (2006). Structural equation modeling. In B.G. Tabachnick & L.S. Fidell (Eds.). *Using multivariate statistics* (5th Ed.) (pp. 653-771). Boston: Allyn & Bacon.
- Vázquez, A., & Manassero, M.A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Vázquez, A., & Manassero, M.A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 337-346.
- Zeyer, A (2010). Motivation to learn science and cognitive style. *Journal of Mathematics, Science Technology Education*, 6(2), 123-130. DOI: 10.5167/uzh-45586

### 6.3. Comentarios finales

Los resultados descriptivos mostrados en la Tabla 5 del artículo 7 (sección 6.2) muestran el deterioro que sufre la AC del alumnado conforme este avanza en la ESO. En este sentido, atendiendo a las dimensiones de la AC, hemos de resaltar dos datos relevantes: (1) la importancia que el alumnado otorga a la ciencia en general y a la ciencia escolar en particular se mantiene relativamente estable a lo largo de los cuatro cursos que forman la ESO; y (2) la autoeficacia del alumnado es la dimensión que acusa un descenso mayor.

Siguiendo a Jenkins y Nelson (2005), y acorde a los resultados obtenidos, los estudiantes son capaces de reconocer la relevancia de adquirir conocimientos científicos, dada su importancia para la sociedad actual. Sin embargo, el interés y disfrute por aprender ciencias y la conexión de estas con la vida cotidiana del alumnado disminuyen notablemente a lo largo de su escolarización obligatoria. Estos resultados dan lugar a una paradoja notablemente contra intuitiva, pues la lógica nos invita a establecer una relación directa entre la relevancia social de las ciencias y su conexión con nuestra vida diaria.

La paradoja descrita podría responder a la complejidad del constructo que aquí nos ocupa, dada su naturaleza predominantemente afectiva. Sin embargo, podríamos establecer el quid de esta cuestión en la autoeficacia del alumnado. Entendiendo por autoeficacia (académica) la capacidad percibida por un individuo para aprender y ejecutar una tarea concreta (Bandura, 1997) y asumiendo que esta afecta directamente al comportamiento del individuo, a la vez que es inducida por las acciones y las condiciones que tienen lugar en el ámbito académico (García-Fernández et al., 2010). Dicho esto, la experiencia escolar del estudiante parece contribuir significativamente en el desarrollo de su autoeficacia académica (Usher y Pajares, 2009).

En definitiva, como consecuencia de lo anterior, el deterioro que sufre la AC del alumnado durante su escolarización podría estar supeditado mayormente a su experiencia académica. Así, la percepción negativa de su autoeficacia hacia la ciencia escolar podría ser la razón por la que el alumnado disfruta en menor medida con el aprendizaje de las ciencias, generando una sensación de «frustración» primero y «rechazo» como última consecuencia emocional.

# Capítulo 7

## CONCLUSIONES GENERALES

---

Qué se va a tratar...

- 7.1. Conclusiones respecto a los objetivos generales
- 7.2. Aportaciones transversales de la investigación
- 7.3. Limitaciones y prospectiva

## 7.1. Conclusiones respecto a los objetivos generales

La presente tesis doctoral ha tratado de profundizar en el estudio de aquellos factores que podrían incidir en la AC del alumnado. Así, este trabajo ha centrado su atención mayormente en los moderadores extrínsecos al alumno, intentando ampliar la visión generalizada en esta línea de investigación: habitualmente enfocada en el estudio de las características inherentes al alumno, siendo las más recurrentes el sexo y la edad (Potvin y Hasni, 2014). En este sentido nos planteamos cuatro preguntas de investigación:

**P1:** ¿Qué efecto producen en la AC del alumnado los métodos y recursos de enseñanza de mayor tradición en DCE?

**P2:** ¿Cómo creen los docentes que incide el uso del libro de texto y las ilustraciones en la AC de su alumnado?

**P3:** ¿Qué influencia podría tener la metodología participativa en la AC y el rendimiento académico en ciencias del alumnado?

**P4:** ¿Cómo moderan los estilos de aprendizaje del alumnado su AC?

Concretadas en los siguientes objetivos de investigación generales:

**OG1:** Identificar, mediante revisiones de la literatura, qué efecto provocan en la AC del alumnado aquellos métodos y recursos de enseñanza de mayor tradición en DCE.

**OG2:** Determinar, desde la perspectiva docente, cómo incide el uso del libro de texto y de las ilustraciones en la AC del alumnado.

**OG3:** Analizar la influencia de la metodología participativa en la AC y el rendimiento académico en ciencias del alumnado.

**OG4:** Estudiar la relación entre los estilos de aprendizaje del alumnado y su AC.

Respecto a estos últimos podemos concluir que:

1. El aprendizaje cooperativo es el método de E-A que mayor efecto produce en la AC del alumnado. No obstante, según la revisión exploratoria realizada y conforme al número de artículos publicados, la enseñanza basada en indagación y la salida de campo son el método y el recurso didáctico, respectivamente, de mayor tradición en la DCE. Así, tanto el primero como el segundo contribuyen en la promoción de actitudes positivas hacia las ciencias, estableciendo distintos factores responsables de ello y coincidiendo en tres (los cuales podríamos describir como esenciales): (1) promocionar emociones positivas y satisfacción hacia el aprendizaje de las ciencias; (2) aumentar la autoestima y la autoeficacia del alumnado respecto a la tarea de aprender ciencia; y (3) asemejar el proceso de

- E-A de la ciencias a la forma en la que los científicos «hacen» Ciencia.
2. El libro de texto contribuye al deterioro de la AC del alumnado debido a uso abusivo (generalmente con un enfoque tradicional) que los docentes hacen de este. Ello, según los docentes, genera rutina y acomodo en el alumnado debido al rol pasivo que suele promover el libro de texto en este. Por otra parte, las ilustraciones son un recurso capaz de acaparar la atención del alumnado e incentivar la curiosidad del mismo por aquello que se muestra, elementos imprescindibles para promover actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias.
  3. La metodología participativa mejora la AC y el rendimiento académico del alumnado. Ello, partiendo de la estrecha relación entre ambas variables descrita en la fundamentación teórica y también hallada en el artículo 6, parece responder a la vinculación del aprendizaje de las ciencias a la vida cotidiana del alumnado. Desde una perspectiva cualitativa, atendiendo a las declaraciones del docente participante y a las anotaciones del cuaderno de campo, la participación del alumnado en clase, el uso de contextos diferentes durante el proceso de E-A, el tipo y el número de herramientas utilizadas para evaluar al alumnado y la autonomía otorgada al mismo son los principales elementos que podrían explicar el efecto generado.
  4. Entendiendo el aprendizaje como un proceso cíclico (Honey y Mumford, 2006) donde pueden establecerse cuatro fases diferenciadas (experimentación, reflexión, formulación de hipótesis y aplicación), hemos encontrado que aquellos alumnos que manifiestan mayor preferencia por el estilo reflexivo y teórico poseen una mejor AC que aquellos que optan por el estilo activo. Ello respondería a las características personales que suelen evidenciar aquellos individuos que prefieren las fases del aprendizaje destinadas a la reflexión y formulación de hipótesis (sistemáticos, observadores, lógicos, argumentativos y objetivos), correspondiéndose con aquellas tradicionalmente vinculadas a la práctica científica.

## **7.2. Aportaciones transversales de la investigación**

Al dar respuesta a las preguntas de investigación, que nos planteábamos en esta tesis doctoral, nos ha llevado a considerar la relevancia de la formación psicodidáctica de los docentes y, vinculado a ella, la actuación didáctica de los mismos. Ambas son determinantes en la promoción de actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias en el alumnado. Hecho que se ha ido comentando en los capítulos 2, 3 y 5, hasta el punto de establecer una hipótesis que hemos considerado plausible según los hallazgos

proporcionados por las investigaciones realizadas. Así, el éxito de un determinado método o recurso didáctico para promover entre el alumnado actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias estaría predeterminado por el contexto que envuelve al proceso de E-A y las características de los agentes que participan en el mismo. Sin embargo, este puede verse magnificado, atenuado e, incluso, anulado conforme a la puesta en práctica que se haga de dicho método o recurso didáctico.

A raíz de lo anterior, viene al uso rescatar aquella frase popularizada por Walter Kelly en su tira de cómic Pogo, «*hemos encontrado al enemigo y somos nosotros*». Nosotros, los docentes, ante la extendida industria de la innovación educativa, tendemos a utilizar novedosas herramientas didácticas (tecnológicas en su mayoría, dada la tendencia social que nos acontece) sin conocer sus capacidades o virtudes didácticas en profundidad e, incluso, sin tener conocimiento o experiencia personal previa con ellas. En relación a este hecho, las investigaciones desarrolladas ponen de manifiesto la necesidad de atender a la competencia psico-didáctica de los futuros docentes y, también de los docentes en ejercicio. Al aludir al prefijo «psico» intentamos responder a las obligaciones profesionales a las que debemos enfrentarnos, nosotros los docentes, según la legislación educativa (MECD, 2014a y 2014b), pues centrar nuestra labor en la enseñanza de contenidos científicos (aspecto cognitivo), descuidando aquellos aspectos actitudinales (aspecto afectivo) y conductuales del alumnado, podría ser la razón principal de la actitud que el alumnado manifiesta hacia el aprendizaje de las ciencias.

### **7.3. Limitaciones y prospectiva**

Para finalizar con esta memoria atendemos a las limitaciones de las investigaciones realizadas y a la perspectiva de futuro resultante de las mismas. Así, nos parece adecuado mostrar ambas cuestiones bajo el marco de las respuestas dadas a las cuatro preguntas de investigación.

Respecto a  $P_1$ , la principal limitación radica en la muestra utilizada en el meta-análisis (artículo 3), dado que al clasificar las intervenciones didácticas según el método de E-A utilizado obtuvimos categorías con una única representación. Por tanto, los tamaños del efecto calculados para algunos de los métodos categorizados podrían no ser representativos y verse alterados en un estudio con una muestra de mayor amplitud. Por otra parte, podrían dilucidarse otras limitaciones en las revisiones sistemáticas realizadas: el carácter nacional de la primera (artículo 1) y la ausencia de palabras clave equivalentes en la segunda (artículo 2). Sin embargo, a pesar de estas restricciones, consideramos que en estudios de mayor amplitud podrían obtener resultados similares, dado el tamaño muestral de ambas revisiones y

la cohesión de los resultados analizados. De las limitaciones expuestas surgen dos líneas de actuación futuras: (1) ampliar el estudio meta-analítico desarrollado; y (2) revisar sistemáticamente la producción científica sobre el resto de metodologías de E-A características de la DCE, como podría ser la enseñanza basada en contexto, en aras de caracterizar cualitativamente sus implicaciones educativas, especialmente aquellas referentes a la AC.

En cuanto a P<sub>2</sub>, el número de participantes junto con el hecho de que el 80% de ellos fuesen maestras y profesoras parecen las limitaciones más significativas de los hallazgos mostrados. Así, en futuros estudios sería conveniente aumentar el número de participantes a fin de equiparar el número de maestros y profesores con el de maestras y profesoras. Además, en aras de ofrecer una visión más amplia de la percepción docente respecto a la influencia del libro de texto y las ilustraciones en la AC del alumnado, sería conveniente replicar el grupo de discusión diseñado con profesorado universitario de DCE y con futuros maestros y profesores de ciencias.

En lo que se refiere a P<sub>3</sub>, la limitación principal atiende a la incapacidad de poder garantizar un efecto positivo de la metodología participativa en la AC del alumnado prolongado en el tiempo. En este sentido, en futuras intervenciones pretendemos introducir varias mediciones postest a fin de controlar la fluctuación del efecto producido en la AC del alumnado. Por otra parte, podríamos considerar la ausencia de grupo control y el tamaño de la muestra de estudio (N = 57) como limitaciones de la investigación realizada. Sin embargo, al comprobar la elevada correspondencia de los resultados obtenidos en ambos grupos experimentales y con aquellos hallados en el estudio piloto previo a esta tesis doctoral (Aguilera y Perales, 2016), estimamos que no han sido determinantes en las conclusiones manifestadas.

Finalmente, respecto a P<sub>4</sub>, se ha iniciado un proceso diagnóstico que pretende estudiar la relación entre AC y EA, habiendo obtenido resultados positivos en este primer acercamiento. A pesar de ello, hemos de reconocer las limitaciones de cualquier trabajo que inicia un estudio de una relación causal. Por ende, nos encontramos como limitaciones de este: (1) la escasez de referencias para contrastar los hallazgos obtenidos; (2) como consecuencia de la anterior, la necesidad de replicar el estudio a fin de analizar la estabilidad de los resultados y su generalización; y (3) profundizar en el análisis de la invarianza del modelo estructural propuesto. Así, en próximas investigaciones sería necesario incrementar la muestra de estudio tanto en número como en variabilidad a fin de estudiar la invarianza del modelo conforme al curso y la etapa educativa del alumnado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abell, S.K., y Lederman, L.G. (Eds.). (2007). *Handbook of research on science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Aguilera, D., y Perales, F.J. (2016). Metodología participativa en Ciencias Naturales: Implicación en el rendimiento académico y la actitud hacia la Ciencia del alumnado de Educación Primaria. *ReiDoCrea*, 5, 119-129.
- Aguilera, D., y Perales, F.J. (Noviembre de 2018). *La metodología participativa en la enseñanza de las ciencias. Una revisión narrativa*. Comunicación presentada en el I Congreso Internacional sobre Metodologías Activas, modelos de E-A e Investigación en Ciencias de la Educación y del Deporte, Granada, España.
- Ajzen I., y Fishbein M. (2005). The influence of attitudes on behavior. In D. Albarracín, B.T. Johnson, M.P. Zanna (Eds.), *The handbook of attitudes* (pp. 173–221). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Akpinar, E., Yildiz, E., Tatar, N., y Ergin, Ö. (2009). Students' attitudes toward science and technology: an investigation of gender, grade level, and academic achievement. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 2804-2808.
- Ali, M.M., Yager, R.E., Hacieminoglu, E., y Caliskan, I. (2013). Changes in student attitudes regarding science when taught by teachers without experiences with a model professional development program. *School Science and Mathematics*, 113(3), 109-119.
- Alonso, C., Gallego, D., y Honey, P. (1994). *Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao: Mensajero.
- Altun, A. y Cakan, M. (2006). Undergraduate students' academic achievement, field dependent/independent cognitive styles and attitude toward computers. *Journal Educational Technology & Society*, 9(1), 289-297.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Barak, M., Ashkar, T., y Dori, Y.J. (2011). Learning science via animated movies: Its effect on students' thinking and motivation. *Computers & Education*, 54(3), 839-846.

- Barmby, P., Kind, P.M., y Jones, K. (2008). Examining changing attitudes in Secondary School Science. *International Journal of Science Education*, 30(8), 1075-1093.
- Barnes, G., McInerney, D.M., y Marsh, H.W. (2005). Exploring sex differences in science enrolment intentions: An application of the general model of academic choice. *Australian Educational Researcher*, 32(2), 1–23.
- Bosque, I. (2012). Sexismo lingüístico y visibilidad de la mujer, *El País*. Recuperado el 17 de diciembre de 2018 en: [http://cultura.elpais.com/cultura/2012/03/02/actualidad/1330717685\\_771121.html](http://cultura.elpais.com/cultura/2012/03/02/actualidad/1330717685_771121.html)
- Caleon, I.S., y Subramaniam, R. (2008). Attitudes towards science of intellectually gifted and mainstream upper primary students in Singapore. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(8), 940-954.
- Carney, R.N., y Levin, H.R. (2002). Pictorial illustrations still improve students' learning from text. *Educational Psychology Review*, 14(1), 5-26.
- Chi, S., Wang, Z., Liu, X., y Zhu, L. (2017). Associations among attitudes, perceived difficulty of learning science, gender, parents' occupation and students' scientific competencies. *International Journal of Science Education*, 39(16), 2171-2188.
- Choppin, A. (1993). Manuels scolaires, États et sociétés, XIXe-XXe siècles: introduction. *Histoire de l'Éducation*, 58, 5-7.
- Denessen, E., Vos, N., Hasselman, F., y Louws, M. (2015). The Relationship between Primary School Teacher and Student Attitudes towards Science and Technology. *Education Research International*, 2015, 1-7.
- DeWitt, J., y Archer, L. (2015). Who Aspires to a Science Career? A comparison of survey responses from primary and secondary school students. *International Journal of Science Education*, 37(13), 2170–2192.
- Druin, A. (2014). Inclusive ownership of participatory learning. *Instructional Science*, 42(1), 123-126.
- Eilam, B., y Gilbert, J. K. (2014). The Significance of Visual Representations in the Teaching of Science. In B. Eilam y J. K. Gilbert (Eds.), *Science Teachers' Use of Visual Representations* (pp. 3-28). Suiza: Springer.

- Fishbein, M., y Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Ford, M.J., y Forman, E.A. (2015). Uncertainty and scientific progress in classroom dialogue. In L.B. Resnick, C.S.C. Asterhan, y S.N. Clarke (Eds.), *Socializing intelligence through academic talk and dialogue* (pp. 143-156). Washington, D.C.: American Educational Research Association.
- García-Fernández, J.M., Inglés, C.J., Torregrosa, M.S., Ruiz-Esteban, C., Díaz-Herrero, Á., Pérez-Fernández, E., y Martínez-Monteagudo, M.C. (2010). Propiedades psicométricas de la Escala de Autoeficacia Percibida Específica de Situaciones Académicas en una muestra de estudiantes españoles de Educación Secundaria Obligatoria. *European Journal of Education*, 3(1), 61-74.
- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to science: A review. *Studies in Science Education*, 2, 1-41.
- George, R. (2000). Measuring change in students' attitudes toward science over time: An application of latent variable growth model. *Journal of Science Education and Technology*, 9, 213-225.
- Honey, P., y Mumford, A. (2006). *The Learning Styles Questionnaire, 80-item version*. Maidenhead, UK: Peter Honey.
- Jenkins, E., y Nelson, N.W. (2005). Important but not for me: Students attitudes toward secondary school science in England. *Research in Science & Technological Education*, 23(1), 41-57.
- Jenkins, E.W., y Pell, R.G. (2006). *The Relevance of Science Education Project (ROSE) in England: a summary of findings*. University of Leeds: Leeds.
- Johnson, R., y Brooker, C. (1985). The effects of controversy, concurrence seeking, and individualistic learning on achievement and attitude change. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(3), 197-205.
- Kelly, A. (1986). The development of girls' and boys' attitudes to sciences: A longitudinal study. *European Journal of Science Education*, 8(4), 399-412.
- Koballa, T.R.Jr. (1988) Attitude and related concepts in science education. *Science Education*, 72(2), 115-126.
- Koballa, T. R.Jr., y Glynn, S.M. (2007). Attitudinal and motivational constructs in science learning. In S.K. Abell y N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 75-102). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Kususanto, P., Fui, C.S., y Lan, L.H. (2012). Teachers' expectancy and students' attitude towards science. *Journal of Education and Learning*, 6(2), 87-98.
- Lee, V.R. (2010). Adaptations and Continuities in the Use and Design of Visual Representations in US Middle School Science Textbooks. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1099-1126.
- Lemke, J.L. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296-316.
- Lemke, J.L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 5-12.
- Liu, Y., Won, M., y Tregust, D.F. (2014). Secondary Biology Teachers' Use of Different Types of Diagrams for Different Purposes. En B. Eilam y J. K. Gilbert (Eds.), *Science Teachers' Use of Visual Representations* (pp. 103-122). Suiza: Springer.
- Llorente, E. (2000). Imágenes en la enseñanza. *Revista de Psicodidáctica*, 9, 119-135.
- López, J.D. (2015). Construir una imagen de la ciencia: las ilustraciones de los libros escolares de lectura científica. En N. Padrós, N., E. Colleldemont y J. Soler (Eds.) *Actas del XVIII Coloquio de Historia de la Educación: Arte, literatura y educación Vol. 2* (pp. 125-138). Barcelona, España: Servei de Publicacions de la Universitat de Vic, Universitat Central de Catalunya.
- Martínez-Domínguez, I., Arandia, M., Alonso-Olea, M.J., Castillo-Prieto, L.D., Rekalde, I., y Zaramona, E. (2011). Trabajar con metodologías participativas en la formación universitaria, todo un desafío. *Revista Investigación en la escuela*, 75, 101-113.
- McLoughlin, C., y Lee, M. (2007). Social software and participatory learning: Pedagogical choices with technology affordances in the Web 2.0 era. In *Proceedings of ascilite 2007 Singapore*, 664-675. Recuperado de: [http://researchbank.acu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=3049&context=fea\\_pub](http://researchbank.acu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=3049&context=fea_pub)
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) (2014a). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, *por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*.

- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) (2014b). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*.
- Moya, M.V., Hernández, J.R., Hernández, J.A., y Cózar, R. (2011). Análisis de los estilos de aprendizaje y las TIC en la formación personal del alumnado universitario a través del cuestionario REATIC. *Revista de Investigación Educativa*, 29(1), 137-156.
- Murphy, P., y Whitelegg, E. (2006). Girls and physics: Continuing barriers to 'belonging'. *The Curriculum Journal*, 17(3), 281-305.
- Newell, A.D., Tharp, B.Z., Moreno, N.P., Zientek, L.R., y Vogt, G.L. (2015). Students' attitudes toward science as predictors of gains on student content knowledge: Benefits of an after-school program. *School Science and Mathematics*, 115, 216-225.
- Nolasco, M.R., y Modarelli, M.C. (2009). Metodología didáctica innovadora: una experiencia en el aula universitaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 48(2), 1-8.
- Osborne, J., Simon, S., y Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Pell, T., y Jarvis, T. (2001). Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years. *International Journal of Science Education*, 23(8), 847-862.
- Perales, F.J., y Vílchez-González, J.M. (2012). Libros de texto: ni contigo ni sin ti tienen mis males remedio. *Alambique*, 70, 75-82.
- Potvin, P., y Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85-129.
- Pro, A., y Pérez, A. (2014). Primary and Secondary students' attitude towards the dichotomic view of Science. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 111-132.
- Prokop, P., Prokop, M., y Tunnicliffe, S.D. (2007). Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of Biological Education*, 42(1), 36-39.
- Ramsden, J.M. (1998). Mission impossible? Can anything be done about attitudes to science? *International Journal of Science Education*, 20(2), 125-137.

- Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado. Boletín Oficial del Estado, núm. 35, de 10 de febrero de 2011, pp. 1-17. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2011/BOE-A-2011-2541-consolidado.pdf>
- Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (pp. 102–119). New York: MacMillan.
- Rodríguez, A. y Seoane, J. (Coord.) (1989). *Creencias, actitudes y valores*. Madrid: Alhambra.
- Said, Z., Summers, R., Abd-El-Khalick, F., y Wang, S. (2016). Attitudes toward science among grades 3 through 12 Arab students in Qatar: findings from a cross-sectional national study. *International Journal of Science Education*, 38(4), 621–643.
- Schwarz, N. (2007). Attitude construction: evaluation in context. *Social Cognition*, 25(5), 638-656.
- Sjøberg, S., y Schreiner, C. (2010). *The ROSE project. An overview and key findings*. Retrieved from <http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf>
- Spall, K., Dickson, D., y Boyes, E. (2004). Development of school students' constructions of biology and physics. *International Journal of Science Education*, 26(7), 787–803.
- Stark, R., y Gray, D. (1999). Gender preferences in learning science. *International Journal of Science Education*, 21(6), 633–643.
- Tolstrup, H., Møller, L., y Ulriksen, L. (2014). To Choose or Not to Choose Science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme. *International Journal of Science Education*, 36(2), 186-215.
- Toma, R.B. y Greca, I.M. (2018). The Effect of Integrative STEM Instruction on Elementary Students' Attitudes toward Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395.
- Usher, E.L., y Pajares, F. (2009). Sources of self-efficacy in mathematics: a validation study. *Contemporary Educational Psychology*, 34, 89–101.

- Vedder-Weis, D., y Fortus, D. (2011). Adolescents' Declining Motivation to Learn Science: Inevitable or Not? *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 199-216.
- Warrington, M., y Younger, M. (2000). The other side of the gender gap. *Gender and Education*, 12(4), 493-508.

## RELACIÓN DE TABLAS Y FIGURAS

---

<b>Tabla 1.</b> Características clave del método participativo. Fuente: Aguilera y Perales (2018).	26
<b>Tabla 2.</b> Implicaciones para la enseñanza de las ciencias.	27
<b>Tabla 3.</b> Registro de la exploración bibliográfica realizada (actualizada en Diciembre de 2018).	30
<b>Figura 1.</b> Esquema estructural de la tesis.	20
<b>Figura 2.</b> Aplicación de la «Teoría de la acción razonada» al concepto de AC.	22
<b>Figura 3.</b> Motivación para estudiar la relación entre AC y estilos de aprendizaje.	24
<b>Figura 4.</b> Diagrama tempo-metodológico.	28
<b>Figura 5.</b> Exploración bibliográfica centrada en los últimos años.	30
<b>Figura 6.</b> Factores que determinan la influencia del método/recurso en AC.	103
<b>Figura 7.</b> Concreción de la hipótesis planteada en Figura 6.	122

# Anexos

---

Qué se aporta...

- Anexo 1. Indicios de calidad de las revistas en las que se ha publicado
- Anexo 2. Listado de méritos transversales a la tesis doctoral
- Anexo 3. Grupo de discusión
- Anexo 4. Programa de intervención
- Anexo 5. Entrevista
- Anexo 6. Diario del investigador
- Anexo 7. Cuestionarios utilizados (SSAQ y CHAEA-Junior)
- Anexo 8. Aprobación de la administración educativa para desarrollar la investigación en un centro educativo público

### Anexo 1. Indicios de calidad de las revistas en las que se ha publicado

Artículos	Revista	Indexación*	Índice de impacto*
1	Revista de Educación	WOS	JCR: 1.783 (Q2) Education & Educational Research Citas totales: 1678
2	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	Scopus	SJR: 0.485 (Q2) Education Citas totales: 694
3	Research in Science Education	WOS	JCR: 1.568 (Q2) Education & Educational Research Citas totales: 1459
4	Enseñanza de las Ciencias	WOS	JCR: 0.672 (Q4) Education & Educational Research Citas totales: 463
6	Journal of Biological Education	WOS	JCR: 0.633 (Q4) Education & Educational Research Citas totales: 593

\*WOS: Web of Science (Social Science Index); Scopus (Social Science).

El parámetro «citas totales» se ha extraído de la base de datos Web of Science.

## **Anexo 2. Listado de méritos transversales a la tesis doctoral**

---

### Publicaciones

*Artículo.* Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J. y Vílchez-González, J.M. (En prensa). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*.

*Artículo.* Perales-Palacios, F. J. y Aguilera, D. (2018). ¿Podemos cambiar nuestros comportamientos ambientales? Un estudio descriptivo con alumnos universitarios. *ReiDoCrea*, 7, 151-166.

*Comunicación a congreso.* Aguilera, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams, L., Vílchez-González, J.M. y Perales-Palacios, F. J. (2018). *Enseñar física a través de la indagación. Una experiencia didáctica con alumnos de Educación Primaria*. 28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, A Coruña, España.

*Comunicación a congreso.* Aguilera, D. y Perales-Palacios, F. J. (2018). *Repercusión del bilingüismo en el área de Ciencias de la Naturaleza. Un análisis de la perspectiva docente*. 28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, A Coruña, España.

*Comunicación a congreso.* Aguilera, D. y Perales-Palacios, F. J. (2017). ¿Qué implicaciones educativas sugieren los estudios empíricos sobre actitud hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, nº extraordinario, 3901-3906.

### Proyectos

Proyecto de investigación precompetitivo para Jóvenes investigadores del Plan Propio de la Universidad de Granada (Modalidad B).

*Título:* Diseño, evaluación y difusión de talleres basados en indagación para educación primaria (Ref.: PPJI\_B-01).

*Función desarrollada:* Investigador principal.

Los anexos del 3 al 7 se presentan en versión digital. Por tanto, se adjunta tanto el enlace de descarga de los mismos como el código QR para su consulta.

### **Anexo 3. Grupo de discusión**

---

<https://drive.google.com/open?id=1u8wRv9PX34RXdd9jaWE6OcnazGQWhFBb>



### **Anexo 4. Programa de intervención**

---

<https://drive.google.com/open?id=1zOEM7dr-KKS7o2-WuNvtWi0IMCHB8Vi5>



### **Anexo 5. Entrevista**

---

<https://drive.google.com/open?id=1EQx4-NeUC4EYrvBefAz74m7kXW9Y1Qmd>



### **Anexo 6. Diario del investigador**

---

<https://drive.google.com/open?id=1ao9UnZ1LipyWtMPTfT2ha565MSQghjKX>



### **Anexo 7. Cuestionarios utilizados (SSAQ y CHAEA-Junior)**

---

<https://drive.google.com/open?id=1kY9XyzAfoaR2oYz-dNOxdP5fueN76Zg0>



## Anexo 8. Aprobación de la administración educativa para desarrollar la tesis doctoral en un centro educativo público

JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN  
Dirección General de Innovación



D. Fco. Duán Alcalá  
I.E.S. Álvarez Cubero  
Avda. Niceto Alcalá-Zamora, s/n  
14800 -Priego de Córdoba  
Córdoba

Fecha: 13 de noviembre de 2017  
Ntra. Ref.: DGIE/SIE/RGR/ART  
Asunto: Rtdo autorización sobre intervenciones  
de las universidades andaluzas en centros públicos

Vista la solicitud de autorización de ese centro, para participar en la actuación a desarrollar en el marco del Convenio de Cooperación Educativa entre la Consejería de Educación y la Universidad de Granada para el desarrollo de intervenciones, en el ámbito de la innovación y la investigación, en centros docentes públicos no universitarios de la Consejería de Educación, titulada "Actitud hacia la ciencia y los factores moderadores: metodología participativa, ilustraciones, libros de texto y estilos de aprendizaje", le informo que esta Dirección General resuelve **autorizar** la realización de dicha intervención en ese centro.

Así mismo se recuerda que a lo largo de la investigación se deberá proceder de acuerdo con lo establecido en las Instrucciones de 14 de febrero de 2017, que concretan los aspectos relacionados con el desarrollo de dicho Convenio.

Lo que pongo en su conocimiento y a los efectos oportunos.

EL DIRECTOR GENERAL



Avda. Juan Antonio de Vizarrón, s/n. Edificio Torretriana, 41071 Sevilla.  
☎ 955 06 40 00 ☎ 955 06 40 12 ✉ innovacion.ced@juntadeandalucia.es

Código Seguro de verificación: ysVNawWYw/pk1Bj31+qGGA==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <a href="https://www.juntadeandalucia.es/educacion/verificafirma">https://www.juntadeandalucia.es/educacion/verificafirma</a> Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.				
FIRMADO POR	DOMINGO DOMINGUEZ BUENO		FECHA	14/11/2017
ID. FIRMA	ws029.juntadeandalucia.es	ysVNawWYw/pk1Bj31+qGGA==	PÁGINA	37/38
 ysVNawWYw/pk1Bj31+qGGA==				