



Impacto en la actitud hacia la ciencia de un taller con realidad virtual inmersiva y microscopía en estudiantes de Educación Primaria y Secundaria en entornos rurales

Sonia Sánchez-Valero¹, Araceli García-Yeguas¹, Elena Megías-Núñez¹,
 Javier Carrillo-Rosúa^{1,2}

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada, Granada, España.

²Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR). Granada. España.

[Recibido: 4 marzo 2025; Revisado: 2 enero 2026; Aceptado: 6 enero 2026]

Resumen: En este trabajo se estudia la actitud hacia la ciencia en estudiantes de 2º y 3º ciclo de Primaria y 1º y 2º curso de la ESO en un entorno rural de Granada, y el impacto en la misma de un taller con Realidad Virtual Inmersiva (RVI) y microscopía. Como instrumento, se aplicó el cuestionario TDSAS antes y después del taller, con las dimensiones afectiva, conductual y cognitiva. Los resultados del pretest mostraron un declive en la actitud conforme avanzaba el ciclo académico especialmente en el tránsito a la ESO, pero no diferencias significativas entre sexos, en consonancia con la literatura previa. Tras la intervención, se pudo observar mejoras en la actitud hacia la ciencia estadísticamente significativas, pese a la brevedad del taller. Dichas mejoras se concentraron en el alumnado del 3º ciclo de Primaria. La intervención resultó en mejoras, estadísticamente significativas, para ambos sexos, aunque menor en las chicas.

Palabras clave: actitud hacia la ciencia; microscopía; realidad virtual inmersiva; educación primaria; educación secundaria.

Impact on the attitude towards science of a workshop with immersive virtual reality and microscopy in primary and secondary students in rural areas

Abstract: This study examines attitudes towards science among second and third cycle primary school and first and second year secondary school students in a rural area of Granada, and the impact on these attitudes of a workshop using immersive virtual reality and microscopy. A TDSAS questionnaire was administered before and after the workshop, covering affective, behavioural, and cognitive dimensions. The pre-test results found that student attitudes become progressively more negative over time, especially in the transition to secondary school, but showed no significant differences between genders, in keeping with previous studies. Statistically significant improvements in attitudes towards science were observed following the intervention, despite the brevity of the workshop. These improvements were concentrated among third cycle primary school students. Statistically significant improvements were observed among both genders, although to a lesser extent among girls.

Keywords: attitude towards science; microscopy; immersive virtual reality; primary education; secondary education.

Para citar el artículo. Sánchez-Valero S., García-Yeguas A., Megías-Núñez E. y Carrillo-Rosúa J. (2026). Impacto en la actitud hacia la ciencia de un taller con realidad virtual inmersiva y microscopía en estudiantes de educación primaria y secundaria en entornos rurales. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 10(1), 1203. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2026.10.1.11797>
Contacto. soniasv@ugr.es; araceligy@ugr.es; elenamegias17@correo.ugr.es; fjcarri@ugr.es

Introducción

Los avances tecnológicos han transformado de manera sustancial nuestro estilo de vida. Sin embargo, dicha transformación no se ha trasladado de forma proporcional al ámbito educativo, donde aún predomina un modelo de enseñanza transmisivo (García et al., 2023). En la enseñanza de las disciplinas científicas escolares, los docentes tienden a priorizar la memorización de contenidos, relegando las actividades prácticas (Arabit y Prendes, 2020; Esteve y Solbes, 2017; Robles et al., 2015; Toma y Greca, 2018). De forma paralela, se puede observar que el número de jóvenes que opta por continuar estudios en la rama de ciencias es insuficiente con respecto a la demanda social de profesionales en STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Este fenómeno se atribuye, entre otros factores, a la limitada calidad de la educación científica (Manassero-Mas y Vázquez Alonso, 2025).

Las tecnologías emergentes han sido un catalizador en la transformación de la enseñanza, promoviendo metodologías, enfoques y herramientas innovadoras basadas en el aprendizaje experiencial. Estos métodos buscan redefinir los procesos educativos, convirtiéndolos en experiencias interdisciplinarias y creativas (García et al., 2023).

Este estudio evalúa la actitud hacia la ciencia de los alumnos de 2º y 3º ciclo de Educación Primaria (EP) y de los dos primeros cursos de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), estudiando cómo esta actitud puede ser influenciada por una intervención pedagógica. Dicha intervención, desarrollada en el marco del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia y conducida por dos investigadoras, tuvo como finalidad reducir estereotipos de género en el ámbito STEM y promover el interés y la motivación hacia la ciencia con independencia del sexo del alumnado.

Los objetivos de esta investigación son:

- OE1: Analizar la actitud inicial hacia la ciencia de los estudiantes según su ciclo académico (2º y 3º ciclo de EP y ESO) y según el sexo.
- OE2: Evaluar el impacto de un taller que incorpora como recurso la RVI y microscopía en la actitud hacia la ciencia.
- OE3: Analizar el efecto del taller en la actitud hacia la ciencia en función del ciclo académico (2º y 3º ciclo de EP, y ESO) y del sexo.

Marco teórico

Conceptos de “actitud” y “actitud hacia la ciencia”

La “actitud” marca el grado de favoritismo personal hacia una entidad particular. Según Zhang y Campbell (2011), se compone de tres dimensiones interrelacionadas: cognitiva, afectiva y conductual. Entre los instrumentos empleados para medir la actitud, destacan los autoinformes (generalmente a través de escalas tipo Likert) y la observación directa de conductas (Ubillos et al., 2004).

La “actitud hacia la ciencia” se define como “la disposición y la inclinación afectiva positiva o negativa por aprender ciencia” (Aguilera y Perales-Palacios, 2019). Entre las variables que repercuten en la actitud hacia la ciencia del estudiantado, destacan el curso académico (Aguilera y Perales-Palacios, 2019; Esteve y Solbes, 2017; Molina et al., 2013; Robles et al., 2015; Toma y Greca, 2018; Vázquez y Manassero, 2008; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2011), el rendimiento escolar (Toma y Greca, 2018; Vázquez y Manassero, 2008), el sexo (Aguilera y Perales-Palacios, 2019; Hacieminoglu, 2016), el contexto socioeconómico y el enfoque didáctico empleado (Toma y Greca, 2018).

Aunque la actitud hacia la ciencia es positiva en los primeros niveles de enseñanza, tiende a disminuir a medida que los estudiantes avanzan en su trayectoria académica (Esteve y Solbes, 2017; Molina et al., 2013; Robles et al., 2015; Toma y Greca, 2018; Vázquez y Manassero, 2008, 2011). Este descenso es pronunciado alrededor de los 14 años (Toma y Greca, 2018). Se ha demostrado que las metodologías prácticas y experienciales tienen el potencial de favorecer la actitud científica del alumnado (Ferrada, 2019; Martín-García et al., 2023), pudiendo prevenir dicho declive (Molina et al., 2013).

El sexo del alumnado puede influir en la actitud científica. Algunos estudios sugieren que los varones tienden a tener una actitud hacia la ciencia más positiva (Hacieminoglu, 2016). Sin embargo, Hong y Lin (2011), en su investigación, hallaron que las alumnas mostraban más interés en ciencias que los varones. Por otro lado, muchos estudios no han evidenciado diferencias significativas en la actitud hacia la ciencia entre sexos (Molina et al., 2013; Toma y Greca, 2018; Vázquez y Manassero, 2008, 2011).

No obstante, la disparidad en la representación de mujeres en estudios STEM es una realidad que se ve reflejada en el informe “Brecha digital de género” (Observatorio Nacional de Tecnología y Sociedad, 2024). Según este documento, en España las mujeres representan una minoría entre el alumnado de las titulaciones tecnológicas, tanto en Formación Profesional como a nivel universitario. Merayo y Ayuso (2022) destacan que las mujeres eligen con mayor frecuencia profesiones vinculadas al ámbito sanitario y educativo, mientras que los varones tienden a orientarse hacia áreas como la ingeniería y la informática. Según estos autores, esta disparidad está condicionada por barreras socioculturales, estereotipos de género y la falta de modelos femeninos en el ámbito tecnológico.

Realidad virtual inmersiva

La RVI se define como una tecnología capaz de generar entornos digitales inmersivos a través de la simulación gráfica, facilitando a los usuarios la inmersión en mundos tridimensionales interactivos donde experimentan diversas sensaciones (Villena-Taranilla et al., 2022). En el ámbito educativo, la integración de tecnologías de RVI se ha visto facilitada por el uso de dispositivos y aplicaciones propiamente diseñadas para el aprendizaje (Aznar et al., 2018).

Desde una perspectiva pedagógica, se ha observado que el uso de RVI como recurso didáctico, incrementa la motivación y el interés del alumnado, facilitando el desarrollo de competencias digitales (Aznar et al., 2018; Magallanes Rodríguez et al., 2021; Juca Maldonado et al., 2020; Rojas-Sánchez et al., 2023; Villena-Taranilla et al., 2022). A pesar de las evidencias positivas sobre su impacto, el estudio de Parong y Mayer (2021), que evaluó la efectividad de la RVI para la enseñanza de la célula en adultos mediante una metodología activa, en comparación con una enseñanza tradicional basada en la exposición de diapositivas, mostró que el rendimiento fue superior en el grupo que recibió la instrucción tradicional.

Por otro lado, cabe mencionar que su uso en los centros educativos implica desafíos, como la inversión en infraestructura tecnológica, el desarrollo de contenidos adaptados, así como la capacitación de los docentes (Magallanes Rodríguez et al., 2021; Juca Maldonado et al., 2020; Rojas-Sánchez et al., 2023).

Microscopía

Dado su significativo papel en los avances científicos, el microscopio es una herramienta fundamental en la enseñanza de las ciencias (Rodríguez-Malebrán et al., 2022), ya que favorece el pensamiento científico y la comprensión de conceptos biológicos integrando arte y ciencia, lo que promueve actitudes positivas (Lindsay, 2021). Asimismo, se tienen evidencias de que la implementación de la microscopía en EP y ESO enriquece

significativamente el conocimiento científico práctico de los estudiantes, incrementando la motivación (Bündchen et al., 2019).

A pesar de estas evidencias, la microscopía apenas se usa en los centros escolares (Rodríguez-Malebrán et al., 2022; Vallespín et al., 2019). Según la investigación realizada por Vallespín et al. (2019), basada en las opiniones estudiantes del Grado en EP de la Universidad de Granada, esto es debido fundamentalmente a la escasa formación del profesorado y al elevado coste que representa para los centros adquirir estos equipos. Malebrán et al. (2022) señalan que los docentes frecuentemente restringen a los estudiantes a la observación de fotografías bidimensionales de muestras microscópicas incluidas en los libros de texto.

Enseñanza en los contextos rurales en España

La enseñanza en entornos rurales presenta unas características propias, donde destaca el reducido número de alumnos, favoreciendo un ambiente familiar y una atención personalizada. En los centros son comunes las aulas multigrado, con estudiantes de distintos niveles. Es frecuente que varios colegios de distintas localidades compartan una misma estructura administrativa; es lo que se conoce como Colegios Rurales Agrupados (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2024).

Actualmente, las escuelas rurales se enfrentan a desafíos como la dispersión geográfica, que limita el acceso a tecnologías; una oferta educativa reducida; infraestructuras insuficientes; y, en algunos casos, la escasa formación del profesorado en este contexto educativo (Santamaría y Gallego, 2020).

En el ámbito de la enseñanza de las ciencias, la lejanía de las zonas rurales respecto a los entornos urbanos dificulta el acceso a recursos culturales como museos y exposiciones. Esta limitación sitúa a la escuela como la principal responsable la alfabetización científica de los estudiantes (Zapata y Vlastic, 2023).

Método

Este estudio se desarrolló con un enfoque cuantitativo y descriptivo, y un diseño pre-experimental en relación con la evaluación de un taller científico. Constituye la primera fase de una investigación basada en el diseño (Guisasola, 2024), que pone el foco en la introducción de propuestas didácticas para el aprendizaje-enseñanza de las ciencias que hacen uso de tecnologías emergentes en el entorno rural.

Participantes

La investigación se llevó a cabo en un centro educativo público semi-D (oferta educativa desde Educación Infantil hasta 2º ESO) de una localidad rural de Granada. La composición de la muestra, seleccionada por conveniencia de acceso, se puede consultar en la tabla 1.

Tabla 1. Composición de la muestra

Ciclo educativo	Sexo masculino (N)	Sexo femenino (N)	Total (N)	% sexo masculino	% sexo femenino	% total
2º ciclo EP	10	6	16	62,5	37,5	36,4
3º ciclo EP	5	10	15	33,3	66,7	34,1
ESO	7	6	13	53,8	46,2	29,5
Total	22	22	44	50	50	100

Instrumento

Para evaluar la actitud hacia la ciencia se utilizó el cuestionario “Three-Dimensions of Students Attitude Towards Science” (TDSAS) de Zhang y Campbell (2011), en su versión traducida al español en el marco del proyecto NtN (Ayllón-Salas et al, en prensa; Ferrada et al., 2023). Se compone de 28 ítems y 5 niveles de respuesta (valores desde 1, “totalmente en desacuerdo”, hasta 5 “totalmente de acuerdo”) y consta de tres dimensiones: afectiva (emociones o sentimientos de los estudiantes hacia la ciencia), conductual (valor al aprendizaje de la ciencia y su importancia para el futuro) y cognitiva (juicio cognitivo sobre la ciencia basado en sus valores y creencias).

Para cada participante se calculó su puntuación media del TDSAS, tanto para cada una de las dimensiones del cuestionario, como de manera global para la totalidad de los ítems.

En la tabla 2 se muestran los valores de alfa de Cronbach. En todos los casos la fiabilidad se sitúa por encima de 0,70.

Tabla 2. Coeficiente alfa de Cronbach

Tipo de test	Global	Dimensión afectiva	Dimensión conductual	Dimensión cognitiva
Pretest	0,90	0,84	0,80	0,75
Posttest	0,92	0,81	0,82	0,71

Procedimiento

La intervención se diseñó con motivo del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia. El objetivo de aprendizaje consistió en formar una imagen más adecuada tanto del mundo de lo microscópico como del mundo “de lo muy grande” (Sistema Solar). Tuvo una duración aproximada de una hora y se dividió en dos partes:

- Microscopía: Utilizaron microscopios ópticos, lupas binoculares y microscopios digitales Dinolite® para observar muestras de distinta naturaleza, incluyendo cenizas volcánicas, musgo, garbanzos, tela, arroz, sal y azúcar.
- RVI: Mediante las gafas de RVI Meta Quest 2® y la aplicación “Titans of Space”, los estudiantes realizaron un recorrido espacial educativo por el sistema solar.

El cuestionario TDSAS se administró una semana antes de la intervención (pretest). Posteriormente, se volvió a administrar pasadas dos semanas después tras el taller (posttest).

Análisis de datos

Los datos fueron analizados con SPSS, a un nivel de significación de 0,05. Se estructuró en dos fases: en primer lugar, se realizó un análisis inicial de la actitud hacia la ciencia con el pretest; posteriormente, se comprobó el impacto de la intervención mediante el análisis inferencial entre los resultados medios del posttest con respecto al pretest. En todos los casos, se evaluó la normalidad mediante la prueba Shapiro-Wilk y la homocedasticidad mediante la prueba Levene, determinando la elección de estadística paramétrica o no paramétrica.

En relación con las diferencias iniciales entre ciclos, en los supuestos paramétricos, se aplicó ANOVA de un factor. En ausencia de normalidad, la prueba de Kruskal-Wallis. Los tamaños del efecto se estimaron mediante η^2 , η^2_p o η^2_h según la prueba aplicada. Para el análisis inicial por sexo, se empleó la prueba t de Student para muestras independientes (casos paramétricos) o la prueba U de Mann-Whitney (no paramétricos). El tamaño del efecto se calculó mediante la d de Cohen o el coeficiente r.

El impacto de la intervención se analizó mediante comparaciones pretest-posttest, aplicándose la prueba t de Student para muestras relacionadas cuando se cumplieron los supuestos paramétricos y la prueba de Wilcoxon en caso contrario. Este enfoque se aplicó tanto para la puntuación global del cuestionario como para el análisis desagregado por ciclos y por sexo. En todos los contrastes, se estimó el tamaño del efecto mediante d de Cohen o el coeficiente r.

Resultados

Análisis de la actitud inicial hacia la ciencia de los estudiantes

Según el ciclo académico

Los resultados del análisis en la actitud hacia la ciencia previa a la intervención se muestran en la figura 1 y en la tabla 3.

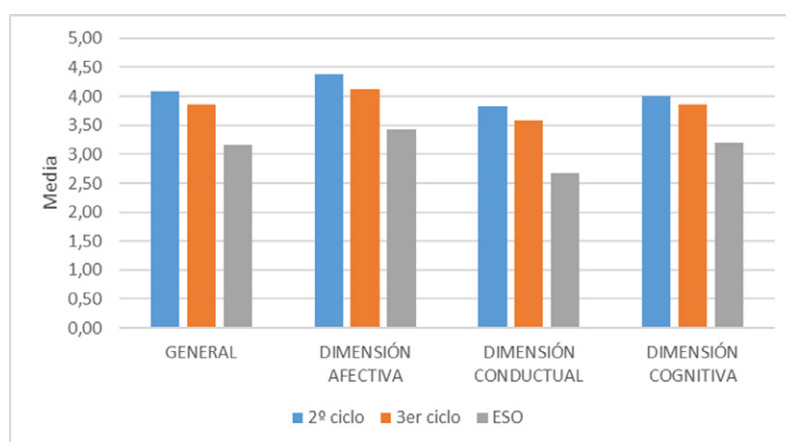


Figura 1: Puntuación media inicial TDSAS por ciclo educativo

Tabla 3. Resultados del análisis estadístico según los ciclos académicos (2º ciclo de EP, 3º ciclo de EP y ESO)

	Tipo de test	Pretest
Global	Tipos de análisis	ANOVA (F=13,48)
	Valor p	<0,001 ***
	Tamaño del efecto	$\eta^2_p=0,24$
Dimensión afectiva	Tipos de análisis	Kruskal–Wallis (H=13,92)
	Valor p	<0,001 ***
	Tamaño del efecto	$\eta^2_h=0,28$
Dimensión conductual	Tipos de análisis	ANOVA (F=9,25)
	Valor p	<0,001 ***
	Tamaño del efecto	$\eta^2=0,31$
Dimensión cognitiva	Tipos de análisis	ANOVA (F=7,02)
	Valor p	0,002 **
	Tamaño del efecto	$\eta^2=0,26$

Nota. Estadísticamente significativo al * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$. Cohen (1988) establece los siguientes valores de interpretación para el tamaño del efecto: para η^2 , η^2_p y η^2_h se consideran bajos < 0,06, medios entre 0,06 y 0,14 y altos > 0,14.

Evidencian una tendencia decreciente en la actitud hacia la ciencia a medida que avanza el ciclo educativo, con valores medios notablemente inferiores en el alumnado de ESO. El análisis inferencial confirmó diferencias estadísticamente significativas tanto a nivel global como en cada una de las dimensiones, con tamaños del efecto estimados de magnitud alta, especialmente en la dimensión conductual.

Según el sexo

La figura 2 y la tabla 4 presentan los resultados del análisis en función del sexo.

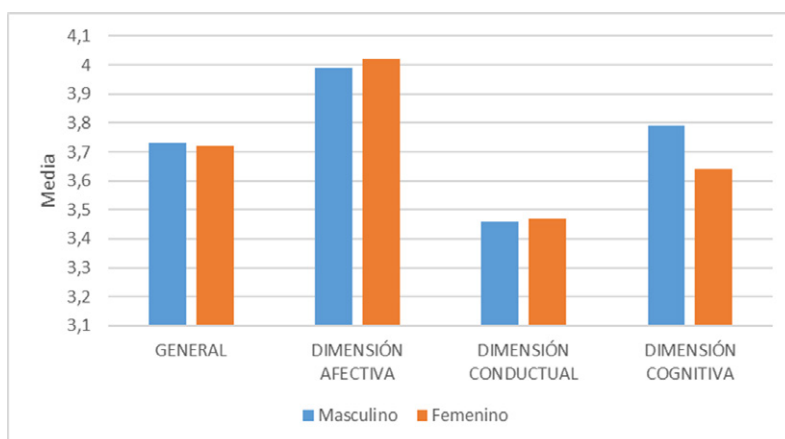


Figura 2: Puntuación media inicial TDSAS según el sexo de los estudiantes

Tabla 4. Resultados de los contrastes inferenciales entre sexos

	Tipo de test	Pretest
Global	Tipos de análisis	t de Student para muestras independientes (t=0,09)
	Valor p	0,93
	Tamaño del efecto	d=0,03
Dimensión afectiva	Tipos de análisis	U de Mann–Whitney (U=244,50)
	Valor p	0,95
	Tamaño del efecto	r=0,01
Dimensión conductual	Tipos de análisis	t de Student para muestras independientes (t=0,02)
	Valor p	0,99
	Tamaño del efecto	d=0,01
Dimensión cognitiva	Tipos de análisis	t de Student para muestras independientes (t=0,72)
	Valor p	0,47
	Tamaño del efecto	d=0,22

Nota. Estadísticamente significativo al *p < 0,05 **p < 0,01 ***p < 0,001. Cohen (1988) establece los siguientes valores de interpretación para el tamaño del efecto: en el caso de d, bajo < 0,20, medio entre 0,20 y 0,50 y alto > 0,80; y para r, bajo < 0,10, medio entre 0,10 y 0,50 y alto > 0,50.

Las puntuaciones medias iniciales del TDSAS en actitud hacia la ciencia fueron similares entre niños y niñas (tanto a nivel general como por dimensiones), sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas y con tamaños del efecto pequeños.

Variación de la actitud hacia la ciencia tras la intervención

A nivel global

Los resultados de las medias del TDSAS para el conjunto del alumnado, antes y después de la intervención, se presentan en la figura 3 y en la tabla 5.

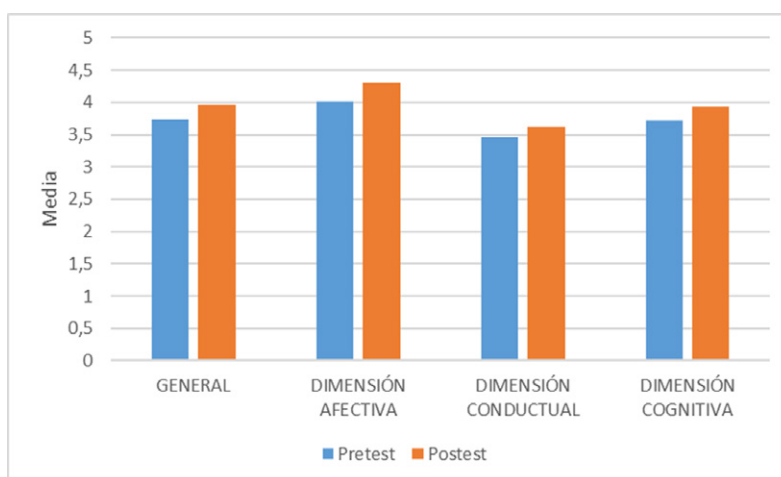


Figura 3. Puntuación media de TDSAS de forma global y por dimensiones

Tabla 5. Resultados de los contrastes inferenciales entre las mediciones pretest y posttest

Global	Tipos de análisis	Wilcoxon (Z=-2,13)
	Valor p	0,03*
	Tamaño del efecto	r=0,32
Dimensión afectiva	Tipos de análisis	Wilcoxon (Z=-2,95)
	Valor p	0,003**
	Tamaño del efecto	r=0,44
Dimensión conductual	Tipos de análisis	t de Student (t=1,38)
	Valor p	0,18
	Tamaño del efecto	d=0,21
Dimensión cognitiva	Tipos de análisis	Wilcoxon (Z=-2,44)
	Valor p	0,02*
	Tamaño del efecto	r=0,37

Nota. Estadísticamente significativo al *p < 0,05 **p < 0,01 ***p < 0,001. Cohen (1988) establece los siguientes valores de interpretación para el tamaño del efecto: en el caso de d, bajo < 0,20, medio entre 0,20 y 0,50 y alto > 0,80; y para r, bajo < 0,10, medio entre 0,10 y 0,50 y alto > 0,50.

Tal como se observa en las mismas, las puntuaciones del posttest fueron superiores a las del pretest tanto en la global, como en las dimensiones afectiva, conductual y cognitiva. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas en todas las dimensiones, excepto en la conductual (Tabla 3). Así, los tamaños del efecto fueron medios, a excepción de la dimensión conductual.

Según el ciclo académico

Las figuras 4, 5 y 6 presentan las puntuaciones medias del TDSAS para los ciclos académicos en el pretest y posttest, respectivamente. La tabla 6 recoge los resultados del análisis inferencial que compara las medias del posttest con el pretest.

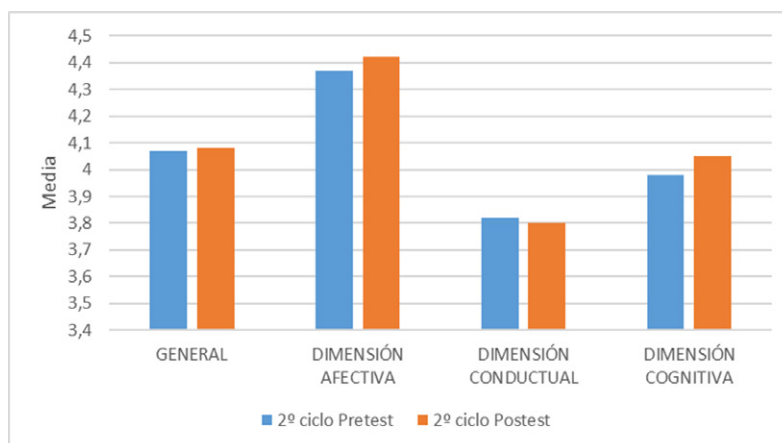


Figura 4: Variación de la puntuación media TDSAS en el 2º ciclo de EP

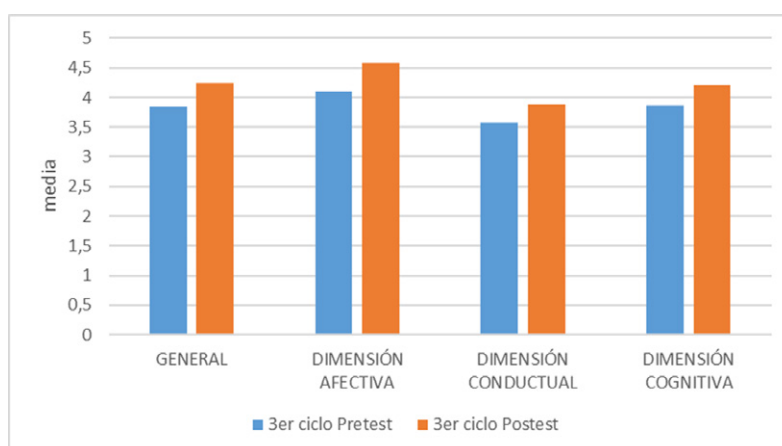


Figura 5: Variación de la puntuación media TDSAS en el 3º ciclo de EP

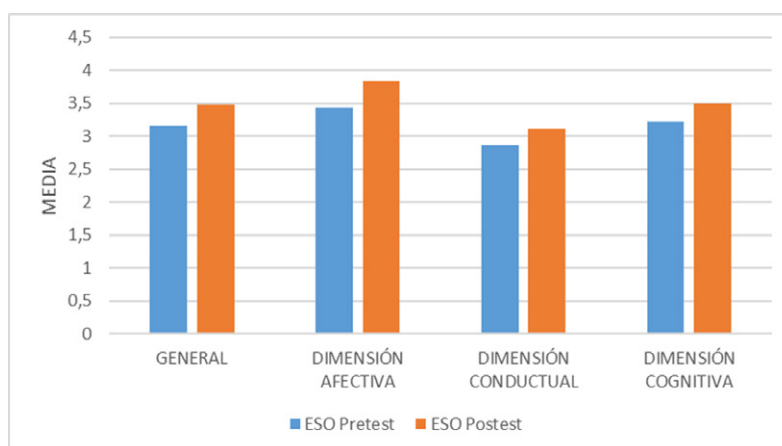


Figura 6: Variación de la puntuación media TDSAS en el ciclo de ESO

Tabla 6. Resultados inferenciales pretest-postest según el ciclo académico (2º ciclo de EP, 3º ciclo de EP y ESO)

	Nivel académico	2º ciclo EP	3º ciclo de EP	ESO
General	Tipos de análisis	Wilcoxon (Z=0,49)	t de Student (t=2,26)	t de Student (t=1,62)
	Valor p	0,62	0,04*	0,13
	Tamaño del efecto	r=0,12	d=0,58	d=0,45
Dimensión afectiva	Tipos de análisis	Wilcoxon (Z=0,755)	Wilcoxon (Z=2,162)	t de Student (t=1,838)
	Valor p	0,45	0,03*	0,09
	Tamaño del efecto	r=0,19	r=0,56	d=0,51
Dimensión conductual	Tipos de análisis	t de Student (t=0,13)	t de Student (t=1,71)	t de Student (t=1,04)
	Valor p	0,90	0,11	0,32
	Tamaño del efecto	d=0,03	d=0,44	d=0,85
Dimensión cognitiva	Tipos de análisis	Wilcoxon (Z=0,75)	t de Student (t=1,71)	t de Student (t=1,37)
	Valor p	0,45	0,11	0,20
	Tamaño del efecto	r=0,19	d=0,44	d=0,38

Nota. Estadísticamente significativo al * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$. Cohen (1988) establece los siguientes valores de interpretación para el tamaño del efecto: en el caso de d, bajo $< 0,20$, medio entre 0,20 y 0,50 y alto $> 0,80$; y para r, bajo $< 0,10$, medio entre 0,10 y 0,50 y alto $> 0,50$.

Las puntuaciones del 2º ciclo del postest no presentan diferencias estadísticamente significativas respecto a las del pretest (por otro lado, las más elevadas de todos los niveles), y los tamaños del efecto fueron pequeños en todas las dimensiones evaluadas.

En el 3º ciclo se observa la mejora más pronunciada en la actitud hacia la ciencia tras la intervención. Este grupo constituye el único en el que se identificó significación estadística en la puntuación global del cuestionario derivado, con un incremento especialmente notable en la dimensión afectiva. Los tamaños del efecto fueron de magnitud media.

En la ESO, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas pese a que partían de las puntuaciones más bajas en el pretest de todos los niveles estudiados. No obstante, los tamaños del efecto alcanzaron valores de magnitud media, tanto en la puntuación global como en las distintas dimensiones del cuestionario, salvo en la dimensión conductual, en la que se obtuvo un tamaño del efecto elevado

Según el sexo

En las figuras 7 y 8 en la tabla 7 se presentan los resultados del análisis de las diferencias pre-post intervención en función del sexo.

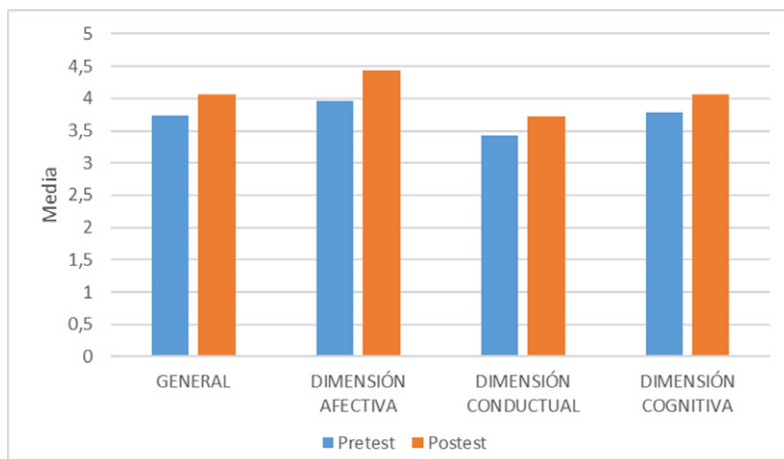


Figura 7: Variación de la puntuación media TDSAS en estudiantes de sexo masculino

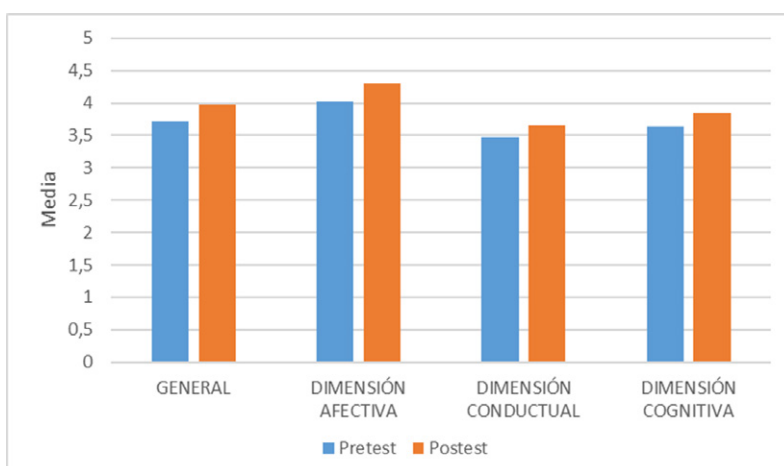


Figura 8: Variación de la puntuación media TDSAS en estudiantes de sexo femenino

Tabla 7. Resultados inferenciales pretest-postest según el sexo de los estudiantes

	Sexo	Masculino	Femenino
General	Tipos de análisis	t de Student (t=2,93)	t de Student (t=2,12)
	Valor p	0,008**	0,047*
	Tamaño del efecto	d=0,640	d=0,58
Dimensión afectiva	Tipos de análisis	Wilcoxon (Z=2,74)	t de Student (t=2,10)
	Valor p	0,006**	0,048*
	Tamaño del efecto	r=0,63	d=0,63
Dimensión conductual	Tipos de análisis	t de Student (t=2,116)	t de Student (t=1,33)
	Valor p	0,48	0,20
	Tamaño del efecto	d=0,46	d=0,71
Dimensión cognitiva	Tipos de análisis	t de Student (t=2,80)	Wilcoxon (Z=1,27)
	Valor p	0,01*	0,20
	Tamaño del efecto	d=0,61	r=0,28

Nota. Estadísticamente significativo al *p < 0,05 **p < 0,01 ***p < 0,001. Cohen (1988) establece los siguientes valores de interpretación para el tamaño del efecto: en el caso de d, bajo < 0,20, medio entre 0,20 y 0,50 y alto > 0,80; y para r, bajo < 0,10, medio entre 0,10 y 0,50 y alto > 0,50.

En los varones se observaron diferencias estadísticamente significativas, tanto en la puntuación global del cuestionario TDSAS como en cada una de sus dimensiones. Los tamaños del efecto estimados fueron de magnitud media, alcanzando un valor alto en la dimensión afectiva.

Por su parte, entre las estudiantes, aunque se identificó una diferencia significativa pre-post intervención en la puntuación global, el análisis por dimensiones mostró significación únicamente en la dimensión afectiva. Los tamaños del efecto fueron de magnitud media.

Discusión

Los resultados del TDSAS previos a la intervención muestran una disminución progresiva en las puntuaciones a medida que aumenta el nivel académico. Esta tendencia es coherente con lo descrito en la literatura (Esteve y Solbes, 2017; Molina et al., 2013; Robles et al., 2015; Toma y Greca, 2018; Vázquez y Manassero, 2008, 2011). Según varios estudios, este descenso se acentúa en el paso a la ESO (Aguilera y Perales, 2016; Toma y Greca, 2018; Vázquez y Manassero, 2008, 2011), tal y como apuntan nuestros resultados. Conviene señalar que la mayoría de las investigaciones previas se han desarrollado en contextos urbanos, mientras que este estudio se sitúa en un entorno rural. Por lo tanto, se deduce que el contexto rural vs. urbano no juega un papel relevante en este aspecto.

En relación con la actitud hacia la ciencia según el sexo, previo a la intervención no se observaron diferencias significativas entre las puntuaciones medias de los sexos, en consonancia con parte de la literatura a este respecto (Molina et al., 2013; Toma y Greca, 2018; Vázquez y Manassero, 2008, 2011).

En cuanto a los resultados relacionados con el diseño pre-experimental que conforman el núcleo de este trabajo, se observa que, a pesar de la brevedad de la intervención, se produjo una mejora en la actitud hacia la ciencia. Este hecho muestra que un enfoque de enseñanza orientado al aprendizaje práctico con tecnologías emergentes tiene el potencial de cambiar la actitud. Este hallazgo respalda a Robles et al. (2015), quienes afirman que las metodologías innovadoras fomentan actitudes positivas hacia la ciencia, así como a Molina et al. (2013), que sostienen que el aprendizaje práctico favorece estas actitudes. Por su parte, Arabit y Prendes (2020) ponen de manifiesto que las dos demandas más frecuentes en estudiantes de 3º ciclo para mejorar la enseñanza de las ciencias y las matemáticas son la realización de experimentos y la incorporación de nuevas tecnologías. De esta manera, la familiarización del alumnado con recursos como la microscopía y la RVI es esencial, dado que la microscopía representa un pilar básico en el aprendizaje de las ciencias y motiva a los estudiantes hacia el estudio (Bündchen et al., 2019); y la RVI se configura como una tecnología emergente cuya incorporación en el ámbito educativo es ineludible (Villena-Taranilla et al., 2022). Además, se sostiene que la exposición reiterada del alumnado a metodologías motivadoras, no solo contribuiría al desarrollo de una mayor familiaridad con las ciencias, sino que también favorecería actitudes más positivas, tal como lo sugiere la teoría de la mera exposición (Zajonc, 1968).

Respecto al análisis por nivel educativo, los resultados medios del postest TDSAS fueron en los tres niveles académicos superiores a los obtenidos en el pretest, siendo significativos en el alumnado de 3º ciclo, donde se deduce que la mejora de la actitud es más notoria. En cambio, es en el alumnado de 2º ciclo donde el impacto fue menor, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos momentos. Este resultado podría explicarse por la limitada posibilidad de incremento adicional cuando los valores iniciales ya se encontraban próximos al techo de la escala, lo que reduce el margen de mejora detectable. En el caso del alumnado de la ESO, aunque no se observaron diferencias

estadísticamente significativas entre el pretest y el posttest, los tamaños del efecto fueron de magnitud media en la puntuación global y alcanzaron un valor elevado en la dimensión conductual. Esta combinación sugiere la existencia de mejoras de relevancia práctica, posiblemente no detectadas por las pruebas inferenciales debido a la variabilidad interna del grupo o al tamaño muestral.

En conjunto, los resultados permiten inferir que, aunque la actitud hacia la ciencia tiende a disminuir con la edad, dicha tendencia puede matizarse e incluso revertirse mediante intervenciones educativas adecuadamente diseñadas. El declive en la actitud hacia la ciencia podría estar asociado con la metodología de enseñanza empleada, donde los contenidos teóricos son los únicos protagonistas (Esteve y Solbes, 2017; Robles et al., 2015), dando lugar a una imagen negativa y aburrida de la ciencia (Vázquez y Manassero, 2008). Según estos últimos autores, el declive en la actitud hacia la ciencia puede prevenirse mediante una enseñanza que genere curiosidad y motivación. Molina et al. (2013) sugieren que la actitud del alumnado hacia la ciencia mejoraría si se realizaran más prácticas en clase. Esto se corrobora con la investigación de Aguilera y Perales (2016), donde se demostró que una metodología de enseñanza de las ciencias práctica, experiencial y que favorece el aprendizaje cooperativo mejora tanto el rendimiento académico como la disposición del alumnado para aprender ciencia, resultando en una actitud más positiva. Además, se ha constatado que la adopción de metodologías pedagógicas innovadoras en la enseñanza de las ciencias contribuye significativamente a incrementar el interés de los estudiantes (Robles et al., 2015). En el caso de esta investigación, el mayor potencial de mejora se ha detectado al final de la etapa de EP. Este hallazgo sugiere que dicho nivel constituye un momento particularmente propicio para implementar intervenciones orientadas a prevenir el marcado declive que se manifiesta en cursos superiores. Esta interpretación resulta coherente con la evidencia aportada por diversos autores (Aguilera y Perales, 2016; Toma y Greca, 2018; Vázquez y Manassero, 2008, 2011), quienes señalan la necesidad de intervenir especialmente en el alumnado que transita de EP a ESO.

En lo que se refiere al sexo, los varones obtuvieron diferencias significativas entre pretest y posttest, tanto para cada una de las dimensiones del TDSAS, como para el cuestionario en su conjunto. En el caso de las niñas, a pesar de que de forma general la media del posttest mostró diferencias significativas con respecto a la del pretest, estas diferencias únicamente fueron aplicables a la dimensión afectiva. Por ello, la intervención fue más efectiva para los varones. Robles et al. (2015) y Sáinz y Meneses (2018) afirman que a partir de 3º de ESO (14-15 años) es cuando empieza a manifestarse una diferenciación de las preferencias entre géneros, coincidiendo con el momento en que, según Toma y Greca (2018), se da un declive notorio en la actitud hacia la ciencia. Este periodo coincide con la etapa en la que los adolescentes experimentan una serie de cambios personales, como la configuración de su identidad, y deben tomar decisiones con respecto a su futuro académico y profesional. Según Sáinz y Meneses (2018), las causas de esta diferenciación pueden atribuirse a los roles de género profundamente arraigados, los cuales son promovidos tanto por el profesorado como por los progenitores, a menudo de manera inconsciente. Estos roles de género influyen en que las niñas se sientan menos competentes en áreas relacionadas con la tecnología y la informática, a diferencia de los niños. Además, la falta de modelos femeninos en la ciencia contribuye a perpetuar esta situación (Vázquez-Cupeiro, 2015).

Limitaciones

El tamaño de la muestra, compuesta únicamente por 44 estudiantes, podría no ser representativo de la población, dificultando la generalización de los resultados. Además, el estudio se llevó a cabo en un único centro educativo de tipo semi-D ubicado en un entorno

rural, cuyas características propias podrían haber influido en los hallazgos, restringiendo su aplicabilidad a otros contextos. Asimismo, la falta de un grupo de control impide establecer con certeza que los cambios observados en la actitud hacia la ciencia sean atribuibles exclusivamente a la intervención didáctica. También cabe señalar el hecho de que únicamente se realizó una intervención puntual, lo que puede dificultar la consolidación de nuevas ideas o actitudes.

Conclusiones

Este estudio evidencia un declive en la actitud hacia la ciencia a medida que el alumnado avanza de ciclo académico. Podría estar asociado al predominio de metodologías de enseñanza tradicionales en las materias científicas, donde predominan los contenidos teóricos. A su vez, los resultados del pretest no muestran diferencias significativas en la actitud hacia la ciencia entre sexos, evidenciando la ausencia de la predisposición de un sexo sobre otro en actitud hacia la ciencia.

Cabe destacar que, a pesar de la brevedad de la intervención, se ha observado una variación significativa en la actitud científica, poniendo de manifiesto el impacto positivo de una metodología activa, con microscopía y RVI. Resulta fundamental, no restringir el uso de estos enfoques a intervenciones puntuales, sino integrarlos en el proceso educativo. Debido al gran impacto de la intervención en el alumnado de 3.º ciclo EP y el posterior declive de la actitud científica evidencian la necesidad de intervenciones educativas dirigidas a este grupo para prevenir dicho declive.

Asimismo, los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas para ambos sexos tras el taller. En el caso de los varones, estas mejoras significativas se alcanzaron en las tres dimensiones del TDSAS analizadas, mientras que en las niñas los cambios se concentraron en la dimensión afectiva. Este hecho debe considerarse en el diseño de futuras intervenciones, promoviendo una enseñanza coeducativa que fomente el interés y la participación de todo el alumnado.

Agradecimientos

La primera autora ha contado con la Beca de Iniciación a la Investigación para Estudiantes de Grado de la Universidad de Granada y del Banco Santander para el curso 2023/2024. Se agradece la financiación al proyecto MCIN/AEI10.13039/501100011033 y al proyecto TED2021-129474B-I00 financiado por orden MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/ PRTR.

Referencias bibliográficas

- Aguilera Morales, D., y Perales Palacios 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. DOI: <https://doi.org/10.30827/Digibug.41450>
- Aguilera, D., y Perales-Palacios, F. J. (2019). Actitud hacia la Ciencia: desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3), 3103. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3103
- Arabit García, J., y Prendes Espinosa, M. P. (2020). Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en Educación Primaria: análisis de necesidades. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 57, 107-128. DOI: <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2020.i57.04>

- Ayllón-Salas, P., Hervás-Torres, M., Carrillo-Rosúa, J., Romero-López, C., y Ruiz-Hidalgo, J. F. (2025). Mejora de los resultados educativos en contextos de exclusión social a través de un programa de Educación STEM. *Aula Abierta*, 54(4), 387-397. DOI: <https://doi.org/10.17811/rifie.21821>
- Aznar Díaz, I., Romero-Rodríguez, J. M., y Rodríguez-García, A. M. (2018). La tecnología móvil de Realidad Virtual en educación: una revisión del estado de la literatura científica en España. España. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 7(1), 256-274. DOI: <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.10139>
- Búa Ares, J. B. (2020). Implementación de actividades de modelización, STEM y Maker en Enseñanza Secundaria. *Números: revista de didáctica de las matemáticas*, 104, 83-102.
- Bündchen, M., Hepp, D., Horn, A. C. M., Aroni, M. S., Klacovicz, M. M., da Silva Neves, A., y Bolaños Díaz, A. (2019). "Un mundo a través de las lentes": las clases de microscopía como estrategia de motivación para el estudio de las ciencias y biología. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*, 10(3), 109-114. DOI: <https://doi.org/10.24317/2358-0399.2019v10i3.10880>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Esteve, A. R., y Solbes, J. (2017). El desinterés de los estudiantes por las Ciencias y la Tecnología en el Bachillerato y los estudios universitarios. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, (Extra), 573-578.
- Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Carrillo-Rosúa, J. y Salgado Orellana, N. (2019). Cambio de actitud en ciencia y matemática desde la educación STE(A)M. En F. J. Ruiz-Rey et al. (eds.), *Tecnología emergentes y estilos de aprendizaje para la enseñanza STEAM. Libro de Actas*, pp. 124-125. Grupo de Investigación en Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación Junta de Andalucía (SEJ-462).
- Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, J., Díaz-Levicoy, D., y Silva-Díaz, F. (2023). Evaluación de una propuesta educativa sostenible con un enfoque STEM para mejorar la actitud hacia las ciencias o matemáticas en estudiantes de 5° y 6° de educación primaria de España. *Investigacoes em Ensino de Ciencias*, 28(1), 111-126. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2023v28n1p111>
- García Fuentes, O., Raposo Rivas, M., y Martínez Figueira, M. E. (2023). El enfoque educativo STEAM: una revisión de la literatura. *Revista Complutense de Educación*, 34(1), 191-202. DOI: <https://dx.doi.org/10.5209/rced.77261>
- Hacieminoglu, E. (2016). Elementary School Students' Attitude toward Science and Related Variables. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(2), 35-52.
- Hong, Z. R., y Lin, H. S. (2011). An investigation of students' personality traits and attitudes toward science. *International Journal of Science Education*, 33(7), 1001-1028. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.524949>
- Juca Maldonado, F., Lalangui Ramírez, J. L., y Bastidas Andrade, M. I. (2020). Rutas inmersivas de Realidad Virtual como alternativa tecnológica en el proceso educativo. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(1), 48-56. DOI: <https://doi.org/10.62452/ghznt417>

- Lindsay, S. M. (2021). Integrating microscopy, art, and humanities to power STEAM learning in biology. *Invertebrate Biology*, 140(1), e12327. DOI: <https://doi.org/10.1111/ivb.12327>
- Magallanes Rodríguez, J. S., Rodríguez Aspiazu, Q. J., Carpio Magallón, Á. M. y López García, M. R. (2021). Simulación y realidad virtual aplicada a la educación. *Reciamuc*, 5(2), 101-110.
- Manassero Mas, M. A., y Vázquez Alonso, A. (2025). Identidad científica y capital científico: nuevos retos para la educación y la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 22(3), 3102. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2025.v22.i3.3102
- Martín García, J., Cascarosa Salillas, E., Pozuelo Muñoz, J., y De Echave Sanz, A. (2023). Experiencia y actitudes hacia la ciencia: un estudio con maestros en formación. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado. Continuación De La Antigua Revista De Escuelas Normales*, 98 (37.1), 313-334. DOI: <https://doi.org/10.47553/rifop.v98i37.1.94651>
- Merayo, N. y Ayuso, A. (2023). Analysis of barriers, supports and gender gap in the choice of STEM studies in secondary education. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(4), 1471-1498. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09776-9>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2024). *La escuela en el medio rural*. Recuperado de: <https://www.educacionfpydeportes.gob.es/biblioteca-central/blog/2024/abril/escuela-medio-rural.html>
- Molina, M., Carriazo, J., y Casas, J. (2013). Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (33), 103-122. DOI: <https://doi.org/10.17227/01213814.33ted103.122>
- Observatorio Nacional de Tecnología y Sociedad. (2024). *Brecha digital de género Edición 2024. Datos 2023*. <https://doi.org/10.30923/BRCHD>
- Parong, J. y Mayer, R. E. (2021). Cognitive and affective processes for learning science in immersive virtual reality. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(1), 226-241. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcal.12482>
- Piscitelli Altomari, A. G. (2017). Realidad virtual y realidad aumentada en la educación, una instantánea nacional e internacional. *Economía Creativa*, (07), 34-65. DOI: <https://doi.org/10.46840/ec.2017.07.03>
- Robles, A., Solbes Matarredona, J., Cantó Doménech, J. y Lozano Lucia, O. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 361-376.
- Rodríguez Malebrán, M., Maldonado, E. M., Occelli, M. y Ariza, Y. (2022). Diseño y evaluación de “Micro-Hoek”: un microscopio a bajo costo con teléfonos móviles para la educación básica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(2), 220201-220216. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2202
- Rojas-Sánchez, M. A., Palos-Sánchez, P. R. y Folgado-Fernández, J. A. (2023). Systematic literature review and bibliometric analysis on virtual reality and education. *Education and Information Technologies*, 28(1), 155-192. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11167-5>

- Sáinz, M., y Meneses, J. (2018). Brecha y sesgos de género en la elección de estudios y profesiones en la educación secundaria. *Panorama Social*, 27, 23-31.
- Santamaría Cárdbaba, N., y Gallego, R. S. (2020). La escuela rural: una revisión de la literatura científica. *Ager. Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural*, (30), 147-176.
- 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. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>
- Ubillos Landa, S., Mayordomo, S. y Páez, D. (2004). Actitudes: Definición y medición. Componentes de la actitud. Modelo de la acción razonada y acción planificada. En J. F. Morales et al. (Eds.), *Psicología social, cultura y educación* (pp. 301–326). Pearson Educación.
- Vallespín, M., Rams, S., Díaz, B. y Soleguia, D. (2019). Causas de la escasa utilización del microscopio en educación primaria según el profesorado de ciencias en formación. En C. Vasconcelos et al., (eds.) Livro de resumos: xviii enec - iii isse. *Educação em ciências: cruzar caminhos, unir saberes* (pp. 53-54). Porto edições.
- Vázquez, Á. y 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 Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2008.v5.i3.03
- Vázquez Cupeiro, S. (2015). Ciencia, estereotipos y género: una revisión de los marcos explicativos. *Convergencia*, 22(68), 177-202. DOI: <https://doi.org/10.29101/crcs.v0i68.2957>
- Vázquez Alonso, A., y Manassero Mas, M. A. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. *Ciência y Educação*, 17(02), 249-268. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000200001>
- Villena Taranilla, R., Tirado Olivares, S., Cózar Gutiérrez, R. y González Calero, J. A. (2022). Effects of virtual reality on learning outcomes in K-6 education: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 35, 100434. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100434>
- Zajonc, R. B. (1968). Attitudinal effects of mere exposure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 9(2), 1-27. DOI: <https://doi.org/10.1037/h0025848>
- Zapata, R. M. y Vlasic, V. (2023). Enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela secundaria rural: una mirada del vínculo con el contexto. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 34(68). DOI: <https://doi.org/10.33255/3468/1600>
- Zhang, D. y Campbell, T. (2011). The psychometric evaluation of a three-dimension elementary science attitude survey. *Journal of Science Teacher Education*, 22(7), 595-612. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10972-010-9202-3>