



# Análisis cognitivo y emocional de los beneficios didácticos del uso de talleres STEM en primaria

Milagros Mateos Núñez y Guadalupe Martínez Borreguero

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas.  
Facultad de Educación. Universidad de Extremadura. Badajoz. España

[Recibido el 17 de febrero de 2022, aceptado el 3 de mayo de 2022]

Muchas instituciones y expertos en educación han desarrollado programas basados en la enseñanza integrada en STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) debido a los beneficios asociados a la misma. Nuestro objetivo ha sido analizar la efectividad didáctica de talleres STEM (grupo experimental) frente a la metodología académico-expositiva (grupo control). Participaron más de 200 estudiantes de 5º y 6º de primaria. Se diseñaron varios cuestionarios para valorar variables cognitivas y afectivas. Los datos confirman la efectividad de los talleres STEM como estrategia metodológica en el aula de primaria, al observarse que el grupo experimental mantiene los aprendizajes adquiridos a largo plazo y el grupo control vuelve a su nivel de conocimientos inicial. A nivel afectivo, se observó que el grupo experimental manifestó mayoritariamente emociones como diversión o satisfacción y los estudiantes del grupo control manifestaron emociones como aburrimiento y enfado.

**Palabras clave:** educación STEM; educación primaria; dominio cognitivo; dominio afectivo; taller práctico.

## Cognitive and emotional analysis of the pedagogical benefits of STEM workshops in primary schools

Many institutions and educational experts have developed programmes based on integrated STEM teaching owing to the benefits associated with the approach. The aim of this study is to analyse the pedagogical benefits of STEM workshops (experimental group) versus an academic-expository methodology (control group). The sample for the study comprised over 200 5th- and 6th-class primary school pupils, and data were collected using questionnaires designed to assess cognitive and emotional variables. The results showed that pupils in the experimental group maintained their acquired learning in the long term while those in the control group returned to their initial level of knowledge, thus confirming the effectiveness of STEM workshops as a methodological strategy in the primary school classroom. At an emotional level, the experimental group manifested emotions such as fun and satisfaction for the most part, while pupils in the control group manifested emotions such as boredom and anger.

**Keywords:** STEM education; primary education; cognitive domain; emotional domain; workshops.

## Introducción

Los cambios en la sociedad demandan una enseñanza de las ciencias que sea coherente con las nuevas realidades, en la que las personas sepan cómo acceder a los conocimientos adquiridos y producir nueva información utilizando estos (Hodson, 2003). Sin embargo, la falta de exposición al trabajo práctico en las escuelas primarias conduce a una incompetencia en las habilidades de manipulación, carencia que puede verse reflejada en los estudiantes al pasar a la escuela secundaria (Fadzil y Saat, 2014).

Para abordar esta problemática, desde hace unos años se han ido complementando los modelos educativos de transferencia, basados en la transmisión de conocimientos teóricos mediante clases expositivas y ejercicios de aplicación, con otros constructivistas en los que priman las experiencias que dan lugar a la construcción activa del conocimiento (COSCE, 2011; Perry, 2012). Sin embargo, estudios recientes (González-Peiteado y Pino-Juste, 2016) manifiestan que en la educación científico-tecnológica sigue predominando el uso del método tradicional de enseñanza, aun conociéndose que estas estrategias llevan a los alumnos a adoptar un papel pasivo, favorece poco el interés de los estudiantes y produce altos niveles de fracaso académico, sobre todo en materias científicas como la física o las matemáticas (Martínez-Borreguero, et al., 2018).

Aunque el estilo de enseñanza tradicional es el más conocido y el que mayor satisfacción suele dar a los profesores (Martín del Pozo et al., 2013), hay autores que sugieren el uso de una educación científico-tecnológica integrada porque ofrece oportunidades de aprendizaje de mayor relevancia, menos fragmentadas y más estimulantes para los estudiantes (Furner y Kumar, 2007). Además, la integración curricular también mejora las habilidades de pensamiento de alto nivel, la capacidad de resolución de problemas y la retención de conceptos abstractos (King y Wiseman, 2001). Beneficios similares son los que se asocian a la educación STEM.

La educación STEM se fundamenta en las nuevas posturas epistemológicas sobre el conocimiento y su construcción, pues como bien indican Kelley y Knowles (2016), es un enfoque en el que se enseña a los estudiantes contenido de ciencia, tecnología, matemáticas e ingeniería interdisciplinariamente, en contextos que implican problemas de la vida real para enriquecer su aprendizaje y su alfabetización científica. Los programas educativos enfocados hacia la educación STEM han despertado el interés de los políticos, investigadores de educación, maestros, padres y estudiantes preocupados por mejorar y tener acceso a una mejor alfabetización científica (Vaval et al., 2019). Además, la integración de conceptos de matemáticas, de ciencia, de tecnología y de ingeniería tiene un impacto positivo en las actitudes, en el interés de los estudiantes en la escuela (Bassford et al., 2016), en su motivación para aprender (Gutherie et al., 2000) y en sus logros (Hurley, 2001).

A tenor de lo anterior, la educación STEM se convierte en una prometedora opción educativa por considerar la colaboración de más de un área científico-tecnológica para aumentar las capacidades de innovación de los estudiantes y construir conocimientos, habilidades y actitudes positivas ante estas materias (Corlu et al., 2014). Sin embargo, a pesar de la variedad de programas STEM existentes y de investigaciones realizadas sobre el tema, sigue habiendo escasez de estudios empíricos y marco teórico, a nivel internacional, para guiar el diseño y la implementación de programas STEM en el aula de los primeros niveles escolares, ya que la gran mayoría de propuestas se desarrollan en horario extracurricular y los programas propuestos tienen como destinatarios a los alumnos de Secundaria en su mayoría, a pesar del riguroso currículo de dicha etapa (Heil et al., 2013). Por ello, en la presente investigación se lleva a cabo la implementación de prácticas integradas STEM en Educación Primaria con alumnos de los últimos niveles de la etapa, pues es necesario

promover actividades STEM de enriquecimiento desde las primeras edades educativas para no solo fomentar las vocaciones científicas sino también asegurar una adecuada alfabetización.

## Metodología

El diseño de la investigación desarrollada ha sido de tipo cuasiexperimental con grupo control, grupo experimental, pre-test y dos post-test, para analizar la evolución cognitiva, emocional y actitudinal del alumnado ante los contenidos STEM seleccionados.

## Objetivos

El objetivo principal ha sido analizar la efectividad didáctica de talleres STEM frente a la metodología académico-expositiva en el aula de ciencias de primaria, desde un punto de vista cognitivo, emocional y actitudinal. Para la consecución de este objetivo, se han formulado los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el nivel de conocimientos inicial de los alumnos participantes, en relación con los contenidos seleccionados.
- Analizar si existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos de estudio en relación con el nivel de conocimientos adquirido a corto plazo (Post-test I), en función del tipo de intervención didáctica desarrollada.
- Analizar si existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos de estudio en relación con el nivel de conocimientos adquirido a largo plazo (Post-test II), en función del tipo de intervención didáctica desarrollada.
- Analizar las variables cognitivas en función del género de los participantes.
- Analizar las emociones manifestadas por los estudiantes de primaria durante las intervenciones didácticas implementadas.
- Examinar las actitudes de la muestra participante ante las áreas STEM, en relación con aspectos metodológicos y de aprendizaje.

## Muestra

La muestra fue seleccionada mediante muestreo no probabilístico por conveniencia debido a la facilidad de acceso a la misma, obteniéndose la participación de 256 alumnos de 5º y 6º de primaria, de dos centros educativos públicos de la región pacense, con edades comprendidas entre los 10 y 12 años. El tema de estudio fue el mismo para toda la muestra participante, "Las fuerzas y sus efectos". Sin embargo, aquella se dividió en grupo control, quienes recibieron una explicación tradicional de los contenidos, y en grupo experimental, con quienes se aplicó el taller STEM diseñado.

Se dedicó una sesión de aula para llevar a cabo las intervenciones en ambos grupos, aunque se utilizaron estrategias didácticas diferentes. La intervención con el grupo control estuvo basada en una explicación teórica apoyada en una presentación digital. Los alumnos intervenían y argumentaban sus ideas, formulando las preguntas que consideraban oportunas. Los participantes del grupo experimental realizaron de manera individual un coche con material reciclado y distintas actividades que requerían ponerlo en funcionamiento para su resolución. En la figura 1 se puede observar la ficha guía proporcionada al alumnado del grupo experimental.

Finalmente, la tabla 1 muestra la distribución de la muestra según el grupo, nivel académico y género.

### STEM NIT'S

#### CIENCIA Y TECNOLOGÍA RECREATIVA: TALLER STEM CON MATERIALES COTIDIANOS

### “COCHE ACCIÓN-REACCIÓN”

Nivel fácil

Un coche necesita combustible para que se mueva, por ejemplo gasolina. Pero, ¿crees que un coche puede funcionar si su combustible es el aire?

**Science:** El concepto de la tercera Ley de Newton.

**Technology:** Buscar la vía más adecuada durante la creación del coche para obtener un resultado óptimo.

**Engineering:** Manejar diversos materiales y herramientas para construir el coche eléctrico.

**Mathematics:** Realizar mediciones y cálculos y trabajar conceptos de longitud

**Materiales necesarios**

- Tapones de botella (4 Uds.)	- Cartulina	- Cinta aislante
- Pajitas	- Cartón	- Tijeras
- Un globo	- Palillos largos redondos	

**Pasos a seguir**

- Para hacer las ruedas pega las dos pajitas al cartón como aparece en la segunda foto. Luego coge los dos palillos largos de madera e introdúcelos en las pajitas, ya pegadas, para que ruede el coche. Posteriormente, en los extremos de los palillos de madera colocamos los tapones de botellas que harán de ruedas.
- En la parte posterior del cartón pegamos nuestro trozo de cartulina, dándole una forma curvada, como aparece en la tercera foto, y hacemos un agujero a la cartulina en cada extremo.
- El mecanismo que impulsará el coche será la fuerza del aire al salir de un globo. Cogemos una pajita y la unimos con cinta aislante al globo, procurando que no quede ninguna fuga. Finalmente, introducimos la pajita con el globo por los agujeros que hicimos en la cartulina y... ¡a soplar!

**Funcionamiento**

Infla el globo, tapa la pajita para que el aire no escape, coloca el coche en el suelo y ¡a rodar! Este efecto hará que el coche salga impulsado hacia delante hasta que salga todo el aire del globo.

### STEM NIT'S

#### CIENCIA Y TECNOLOGÍA RECREATIVA: TALLER STEM CON MATERIALES COTIDIANOS

### “ELASTIC-CAR”

Nivel fácil

Un coche necesita combustible para que se mueva, por ejemplo gasolina. Pero, ¿crees que un coche puede funcionar con una hélice?

**Science:** Las propiedades de los materiales (material elástico)

**Technology:** Coloca los materiales de forma adecuada para obtener la mejor versión del coche elástico.

**Engineering:** Manejo de diversos materiales y herramientas para construir la maqueta.

**Mathematics:** Realizar mediciones y cálculos acorde con el tamaño de nuestro coche.

**Materiales necesarios**

- Tapones de botella	- Gomas elásticas	- Tijeras
- Pajitas	- Palos de madera (de helado)	- Silicona
- Plástico transparente	- Palillos largos	- Clips

**Pasos a seguir**

- En primer lugar hacemos la estructura del coche uniendo los palos de madera con silicona.
- Pegamos dos pajitas en los soportes de madera donde irán las ruedas de nuestro coche. Posteriormente introducimos en cada pajita un palillo de madera y pegamos los tapones de botella en los extremos.
- En la parte trasera del coche hacemos un soporte con los palos de madera para colocar la hélice. El trozo de clip sobrante lo utilizaremos para unir la goma elástica.
- Finalmente, añadiremos un clip en la parte delantera del coche de forma que la goma elástica esté estirada.

**Funcionamiento**

Gira la hélice todo lo que puedas para enrollar la goma elástica y después suelta el coche. ¡Verás como el coche avanza hasta que la goma vuelva a su estado inicial!

### STEMANITAS

#### Coche acción-reacción

**Para pensar un poco**

- ¿Cómo se puede mover el coche gracias a un globo, si no tiene motor? ¿Por qué crees que se mueve el coche?
- ¿Qué pasaría si llenaras el globo con agua?
- ¿Crees que funcionaría el coche poniendo un ladrillo en vez de cartón y gomaeva? ¿Y poniendo una base de madera? ¿Por qué?
- ¿Qué podríamos hacer para que fuera más rápido y más lejos?
- ¿Cuántos centímetros mide la superficie de la base?
- ¿Cuántos centímetros tiene el diámetro de las ruedas?
- Si ponemos un globo mas grande, ¿irá mas lejos?

**Elastic-car**

**Para pensar un poco**

- Cuando lanzas tu coche, ¿Cuántos metros recorre?
- ¿Por qué se mueve la hélice del coche?
- ¿Qué pasaría si en vez de una goma elástica hubieras colocado un alambre? ¿Y un trozo de lana?
- ¿Qué podríamos hacer para que fuera más lejos?
- ¿Qué otros materiales elásticos conoces?
- ¿Qué tipo de energía activa el coche?

Sitios web recomendados:  
<https://edicionibipbane.com/2014/11/coche-propulsado-por-un-globo-accion-y-reaccion/>  
[https://www.youtube.com/watch?v=zf4t\\_SAN2MTE](https://www.youtube.com/watch?v=zf4t_SAN2MTE)  
<https://www.youtube.com/watch?v=mbk8x8YRuU>

### STEMANITAS

**Coche acción-reacción**

Las paredes del globo empujan al aire de su interior, que acaba saliendo por la pajita, y el aire empuja al globo. Como el globo está unido al coche, éste acaba moviéndose en sentido opuesto al aire.

**Elastic-car**

La goma elástica al desenrollarse a gran velocidad hace que la hélice gire e impulse el coche hacia delante. Cuando la goma recupera su forma inicial, el coche deja de moverse.

**CONTENIDOS**

Una fuerza es todo aquello capaz de **deformar** un cuerpo o de **modificar su estado de reposo** o de movimiento.

Hay dos tipos de fuerza:

- **Fuerzas a distancia:** fuerza de gravedad.
- **Fuerzas de contacto:** fuerza de rozamiento (contacto/suelo rugoso o liso).

Las fuerzas actúan sobre el movimiento de las cosas

- Se muevan
- Se paren
- Vayan más lentas o más rápido
- Cambien de dirección

Las fuerzas causan deformaciones

- **Cuerpos plásticos:** NO recuperan su forma inicial
- **Cuerpos elásticos:** Sí recuperan su forma inicial
- **Cuerpos rígidos:** Si las fuerzas que actúan son muy grandes, se pueden romper, produciéndose una ruptura o fractura.

- **PRIMERA LEY DE NEWTON:** Un cuerpo permanece en reposo o con velocidad constante siempre que no se aplique una fuerza sobre él. (Ejemplo: una piedra en el suelo).
- **SEGUNDA LEY DE NEWTON:** La aceleración experimentada por un cuerpo es proporcional a la fuerza aplicada. (Ejemplo: Empujar una silla o empujar una armario).
- **TERCERA LEY DE NEWTON:** A cada acción corresponde una reacción igual y de sentido contrario. (Ejemplo: al pegar un golpe en la pared te haces daño en la mano).

Figura 1. Ficha guía para el alumnado del grupo experimental

Tabla 1. Distribución de la muestra por curso y género

	Curso académico		Género	
	5º E.P.	6º E.P.	Hombre	Mujer
<b>Grupo control</b>	45	67	52	60
<b>Grupo experimental</b>	71	73	67	77

## Instrumento

Como instrumentos de medida se diseñaron tres cuestionarios, un pre-test y dos post-test, para medir las variables referidas tanto al dominio cognitivo como al afectivo en base a investigaciones previas (Brígido et al., 2013).

El pre-test estaba compuesto por 10 preguntas tipo test de carácter teórico y procedimental, y relacionadas con los contenidos seleccionados para la investigación llevada a cabo en el aula de ciencias. Se aplicó antes de la intervención.

El post-test I estaba compuesto por un apartado con 12 preguntas teóricas y procedimentales tipo test para analizar nuevamente el nivel de conocimientos del alumnado tras las intervenciones. También contenía un apartado emocional y actitudinal para valorar la dimensión afectiva de los sujetos en relación la sesión educativa recibida. Se aplicó al término de la intervención.

El post-test II incluyó las mismas 12 preguntas del cuestionario anterior. Se aplicó dos meses después de la intervención.

A modo de ejemplo, la figura 2 y la figura 3 muestra las preguntas diseñadas.

1. Una fuerza ...
  - a. Es una acción capaz de deformar o cambiar el movimiento los objetos
  - b. Es una acción que se produce para que los objetos no interactúen entre ellos
  - c. Es una acción que permite medir la masa que tienen los objetos
  - d. Es la energía que tiene una persona
2. ¿Cómo se movería un coche de juguete si le aplicamos dos fuerzas iguales en sentido contrario?
  - a. Se movería hacia la derecha
  - b. Se movería hacia la izquierda
  - c. Se movería hacia arriba
  - d. No se movería
3. Si le das una patada a un balón que se encuentra parado en el suelo ....
  - a. Comienza a moverse, de modo que cuanto mayor sea la fuerza de la patada, mayor velocidad tendrá el balón
  - b. Cambia de masa, de modo que cuanto mayor sea la fuerza de la patada, mayor masa tendrá el balón
  - c. Cambia de color
  - d. Se deforma de manera plástica
4. Si le das una patada a un balón, ¿por cuál de los siguientes suelos o superficies irá más rápido el balón?
  - a. Una superficie o suelo de césped
  - b. Una superficie o suelo de mármol
  - c. Una superficie o suelo de piedras
  - d. La pelota va igual de rápido por todas las superficies y suelos anteriores porque la fuerza de la patada es la misma.
5. Si al ejercer una fuerza sobre un objeto éste se estira y al dejar de ejercer la fuerza vuelve a su forma original, tiene la propiedad de...
  - a. Flexibilidad
  - b. Rigidez
  - c. Fragilidad
  - d. Elasticidad
6. Si al ejercer una fuerza sobre un objeto éste se deforma y queda deformado al dejar de ejercer la fuerza, es un objeto...
  - a. Elástico
  - b. Plástico
  - c. Flexible
  - d. Rígido
7. Si aplicamos una misma fuerza a un coche de juguete de 1 Kilogramo de masa y a uno de 2 Kilogramos de masa, entonces...
  - a. El coche de 1 Kilo se moverá a la misma velocidad que el de 2 Kilos
  - b. El coche de 1 Kilo se moverá más rápido que el de 2 Kilos
  - c. El coche de 2 Kilos se moverá más rápido que el de 1 Kilo
  - d. El coche de 2 kilos se parará después que el de 1 Kilo
8. Si Juan empuja hacia delante a Clara dentro de una piscina:
  - a. El efecto de la fuerza hace que Clara vaya hacia delante y Juan no se mueva
  - b. El efecto de la fuerza hace que Clara y Juan vayan hacia atrás
  - c. El efecto de la fuerza hace que Clara vaya hacia delante y Juan hacia atrás
  - d. Ni Juan ni Clara se moverían
9. ¿Cómo se calcula el área de un cuadrado?
  - a. Lado x Lado x Lado x Lado
  - b. Lado x Lado
  - c. Sumando los cuatro lados
  - d. Sumando las alturas
10. ¿Qué tipo de fuerza es la fuerza de rozamiento?
  - a. Es una fuerza a distancia
  - b. Es una fuerza de imán
  - c. Es una fuerza de contacto
  - d. Es una fuerza volcánica

Figura 2. Preguntas para valorar el nivel de conocimientos en el pre-test

1. Si le das a una patada a una pequeña pelota que estaba inicialmente parada...
  - a. La pelota no se movería
  - b. La pelota comenzara a moverse en la dirección en que le hayas dado la patada
  - c. Cuanto mayor sea la fuerza de la patada, menos velocidad adquirirá la pelota
  - d. Debido a la fuerza de la patada, la pelota modificará su masa
2. Si aplicamos una fuerza muy grande sobre un objeto y se rompe, es porque el objeto era...
  - a. Elástico
  - b. Plástico
  - c. Flexible
  - d. Rígido
3. Si entre tú y un compañero empujáis la mesa del profesor hacia la derecha, uno con una fuerza de 5 newtons y otro con una fuerza de 7 newtons ¿Cuál es la fuerza total que hacéis ambos sobre la mesa?
  - a. 20 newtons
  - b. 7 newtons
  - c. 5 newtons
  - d. 12 newtons
4. ¿En cuál de los siguientes casos de los coches que hemos construido observaríamos la tercera Ley de Newton?
  - a. Podemos observar la tercera ley de Newton al colocar cualquiera de los coches presentados en diferentes superficies rugosas o lisas.
  - b. Podemos observar la tercera ley de Newton en el Coche de acción-reacción cuando la fuerza que hace el aire al salir del globo hacia atrás empuja al coche hacia delante.
  - c. Podemos observar la tercera ley de Newton en la elasticidad de la goma del Elastic-car
  - d. Podemos observar la tercera ley de Newton cuando la hélice del Elastic-car de vueltas
5. ¿Qué tipo de fuerza es la fuerza magnética?
  - a. Es una fuerza de contacto
  - b. Es una fuerza de la gravedad
  - c. Es una fuerza a distancia
  - d. Es una fuerza volcánica
6. Si aplicamos una misma fuerza a un coche de juguete de 2 Kilogramos de masa y a uno de 4 Kilogramos de masa, entonces...
  - a. El coche de 2 Kilo se moverá a la misma velocidad que el de 4 Kilos
  - b. El coche de 2 Kilo se moverá más rápido que el de 4 Kilos
  - c. El coche de 4 Kilos se moverá más rápido que el de 2 Kilos
  - d. El coche de 4 kilos se parará después que el de 2 Kilos
7. Si al ejercer una fuerza sobre un objeto éste se deforma y al dejar de ejercer la fuerza no vuelve a su forma original, el objeto es
  - a. Plástico
  - b. Elástico
  - c. Rígido
  - d. Frágil
8. Una fuerza ...
  - a. Es una acción capaz de deformar o cambiar el movimiento los objetos
  - b. Es una acción que se produce para que los objetos no interactúen entre ellos
  - c. Es una acción que permite medir la masa que tienen los objetos
  - d. Es la energía que tiene una persona
9. Si Juan empuja hacia delante a Clara dentro de una piscina:
  - a. El efecto de la fuerza hace que Clara vaya hacia delante y Juan no se mueva
  - b. El efecto de la fuerza hace que Clara y Juan vayan hacia atrás
  - c. El efecto de la fuerza hace que Clara vaya hacia delante y Juan hacia atrás
  - d. Ni Juan ni Clara se moverían
10. ¿Por cuál de los siguientes suelos o superficies irá más lento un coche de juguete al que empujas con la mano?
  - a. Una superficie o suelo de mármol
  - b. Una superficie o suelo de piedras
  - c. El coche no se moverá por ninguna superficie
  - d. El coche se moverá igual por cualquier superficie porque la fuerza con la que los has empujado es la misma
11. ¿Cómo se calcula el diámetro de un círculo?
  - a. Radio + Radio
  - b. Sumando los bordes
  - c. Radio  $\times$  Radio
  - d. Obteniendo el perímetro
12. ¿Cuál de las siguientes frases es cierta?
  - a. Cuanto mayor sea la fuerza que le aplicas a un objeto de un kilogramo, mayor será la aceleración
  - b. Cuanto menor sea la fuerza que le aplicas a un objeto de un kilogramo, mayor será la aceleración
  - c. Cuanto mayor sea la masa de un objeto, más rápido se moverá al aplicarle una misma fuerza
  - d. Si a un objeto que está parado no le aplicas una fuerza, ese objeto comenzará a moverse.

Figura 3. Preguntas para valorar el nivel de conocimientos en los post-tests

Ambos cuestionarios fueron validados atendiendo a las indicaciones de diversos autores (Ding et al., 2006; Barbosa, 2013; Melo-Niño et al., 2016). Las pruebas realizadas fueron el índice de dificultad, el índice de discriminación, el coeficiente biserial, la Delta de Ferguson y la KR-20.

## Resultados y discusión

### Variable cognitiva

En este apartado se muestran los resultados sobre la variable nivel de conocimientos, valorada principalmente mediante las calificaciones medias obtenidas en los distintos cuestionarios. Específicamente, se presentan los resultados obtenidos en los tres test,

así como las comparaciones intergrupo e intragrupo para poder validar la eficacia de las metodologías adoptadas en cada caso.

*Resultados obtenidos sobre el nivel de conocimientos en el pre-test*

En la tabla 2 se presentan los estadísticos descriptivos obtenidos por el grupo control y el grupo experimental en el pre-test. Concretamente, aparece la media, la desviación estándar y el error estándar de la media en cada caso, así como el número de alumnos por grupo de estudio.

**Tabla 2.** Descriptivos del Pre-test (Variable grupo de estudio. Grupo control vs Grupo experimental)

Cuestionario	Grupo	N	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media
Pre-test	GE	144	6,53	1,74	0,161
	GC	112	5,84	1,83	0,173

Como se observa en la tabla 2, los alumnos participantes comenzaban las sesiones con un nivel de conocimientos medio-bajo. Los datos sugieren que los alumnos conocían los contenidos planteados en términos generales, ya que la puntuación media alcanzada superaba la media mínima. Estos resultados pueden justificarse con la explicación previa de los contenidos por el tutor antes de la intervención con los talleres STEM, es decir, los encuestados habían trabajado anteriormente el temario en clase. No obstante, se asume que siguen manteniéndose algunas ideas previas erróneas en el alumnado, pues, coincidiendo con Mora y Herrera (2009), es frecuente que al finalizar el temario siga habiendo evidencias de incompreensión sobre los conceptos más fundamentales y se sigan cometiendo errores de interpretación en el estudio de los fenómenos físicos, aunque se enseñen de manera reiterada.

Por otro lado, se llevó a cabo un análisis estadístico inferencial para comprobar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en el nivel de conocimientos inicial entre grupos. Se optó por la prueba paramétrica t de Student al verificarse que se cumplían las condiciones requeridas (normalidad, homogeneidad de varianzas y aleatoriedad ). Los resultados se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3.** Prueba t de Student en el pre-test (Variable: grupo de estudio)

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Media	-2,833	226	0,005*	-0,670	0,236	-1,136	-0,204

\*Sig.<0,05

La tabla 3 revela que existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el experimental en relación al nivel de conocimientos inicial (Sig. = 0,005). Específicamente se observa una diferencia de medias de 0,67 puntos sobre 10, aspecto que se tendrá en cuenta en el análisis del nivel de conocimiento tras las intervenciones didácticas.

*Resultados obtenidos sobre el nivel de conocimientos en el post-test I*

A continuación, se presentan los resultados descriptivos extraídos del post-test I realizado por los alumnos al término de las intervenciones didácticas.

En la tabla 4 se exponen los estadísticos descriptivos obtenidos por la muestra participante en dicho cuestionario.

**Tabla 4.** Descriptivos del post-test I (Variable grupo de estudio. Grupo control vs Grupo experimental)

Cuestionario	Grupo	N	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media
Post-test I	GE	144	8,09	1,61	0,13
	GC	112	7,26	1,99	0,18

Los resultados mostrados en la tabla 4 revelan que ambas intervenciones didácticas han sido efectivas, pues el alumnado de ambos grupos obtiene unas calificaciones promedio superiores al mostrado al analizar el nivel de conocimiento inicial. Concretamente, los estudiantes del grupo experimental obtuvieron una puntuación media de 8,09 tras la intervención didáctica. Por otro lado, el grupo control logró, tras la intervención, una puntuación media de 7,26 puntos.

Aunque se asume que, generalmente, todos los estudiantes han mejorado significativamente sus conocimientos, para validar la eficacia didáctica de las metodologías utilizadas se ha realizado un análisis inferencial entre las calificaciones medias del post-test I del grupo control frente al experimental. Los resultados obtenidos en la prueba T de Student para muestras independientes se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5.** Prueba t de Student en el Post-test I (Variable: grupo de estudio. Grupo Control vs Grupo Experimental)

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Media	-3,634	248	0,000*	-0,829	0,228	-1,279	-0,380

\*Sig.<0,05

Como se observa en la tabla 5, existen diferencias estadísticamente significativas entre grupos (Sig. < 0,001). No obstante, esta diferencia de 0,83 puntos sobre 10 a favor del grupo experimental resulta evidente puesto que el punto de partida o nivel de conocimiento inicial no era el mismo en los dos grupos, tal y como se obtuvo en el pre-test. Para comprobar el tamaño del efecto de las diferencias estadísticamente significativas encontradas en el post-test I de los grupos control y experimental, calculamos el valor del delta de Cohen, representado por d (Cohen, 1988). Se obtuvo un valor  $d = 1,77$ , resultado que revela un tamaño de efecto clasificado en la literatura como alto.

#### *Resultados obtenidos sobre el nivel de conocimientos en el post-test II*

Aunque los resultados suscitan que la participación activa del grupo experimental durante la explicación de los contenidos ha facilitado en mayor medida la adquisición de los mismos, los datos parecen indicar que las dos intervenciones didácticas desarrolladas han mejorado el nivel de conocimientos inicial del alumnado, considerándose que ambas son igualmente efectivas a corto plazo desde un punto de vista didáctico. Por este motivo, con el propósito de validar la eficacia didáctica a largo plazo de los talleres STEM frente a la metodología académico-expositiva, el alumnado participante en el estudio realizó un post-test II, dos meses después a la intervención. En la tabla 6 se exponen los estadísticos descriptivos obtenidos por la muestra participante en el post-test II.

**Tabla 6.** Descriptivos del post-test II (Variable grupo de estudio. Grupo Experimental vs Grupo Control)

Cuestionario	Grupo	N	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media
Post-test II	GE	144	7,34	1,838	0,157
	GC	112	5,91	1,985	0,187

En la tabla 6 se observa que los estudiantes del grupo experimental obtuvieron una puntuación media de 7,34 puntos sobre 10, con una desviación estándar de 1,83 puntos y un error estándar de la media de 0,15 puntos. Tras la intervención, el grupo control logró una puntuación media de 5,91 puntos sobre 10, con una desviación estándar de 1,98 puntos y un error estándar de la media de 0,18 puntos. Para ver si existen diferencias estadísticamente significativas en función de la variable grupo de estudio en los resultados del post-test II se llevó cabo un análisis inferencial. La tabla 7 muestra los resultados de la prueba t de Student obtenidos.

**Tabla 7.** Prueba t de Student en el post-test II (Variable: grupo de estudio. Grupo Experimental vs Grupo Control)

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Media	-5,861	246	0,000	-1,42551	0,24321	-1,90454	-0,94647

\*Sig.<0,05

Los resultados mostrados en la tabla 7 revelan que existen diferencias estadísticamente significativas (Sig.< 0,001) entre las calificaciones medias obtenidas por las dos muestras de estudio. Específicamente, se observa una diferencia de medias de 1,42 puntos sobre diez a favor del grupo experimental. Para comprobar el tamaño del efecto de las diferencias estadísticamente significativas encontradas en el post-test II de los grupos de control y experimental, calculamos el valor del delta de Cohen, representado por d (Cohen, 1988). Específicamente, se obtuvo un valor d = 1,89, resultado que revela un tamaño de efecto alto.

Los resultados extraídos del post-test II parecen indicar que la intervención basada en los talleres STEM ha sido más efectiva desde un punto de vista didáctico que la metodología utilizada con el grupo control. Sin embargo, para contrastarla firmemente, y validar la eficacia didáctica a largo plazo de los talleres STEM implementados, resulta conveniente mostrar el nivel de conocimiento adquirido por el alumnado en las tres pruebas: pre-test, post-test I y post-test II tanto en el grupo control como en el grupo experimental. Las tablas 8 y 9 muestran el análisis inferencial realizado a partir de las pruebas estadísticas ANOVA de un factor con Post-hoc de Tukey.

La tabla 8 indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los cuestionarios pretest, post-test I y postest II tanto en el grupo control como en el experimental. La tabla 9 muestra la prueba Post-hoc de Tukey que revela entre qué cuestionarios existen verdaderamente esas diferencias tanto en el grupo control como en el caso del grupo experimental.

Respecto al grupo control, las diferencias estadísticamente significativas (Sig.<0,001) se dan entre el pre-test y el post-test I (a favor del post-test I) y entre el post-test I y el post-test II (a favor del post-test I). Es decir, el alumno mejora su nivel de conocimientos inicial

tras la intervención (a corto plazo) pero olvida los contenidos con el paso del tiempo (a largo plazo). Si comparamos los resultados del post-test II con el nivel de conocimientos inicial (pre-test) se comprueba que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las calificaciones medias de estos dos cuestionarios del grupo control (Sig.= 0,979). Estos resultados revelan que este alumnado vuelve a su nivel de conocimientos inicial y, por tanto, se acepta que estos alumnos no han retenido adecuadamente los contenidos a lo largo del tiempo debido al aprendizaje memorístico realizado de los mismos.

**Tabla 8.** ANOVA de un factor

		Suma De Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
GE	Entre Grupos	152,986	2	76,493	25,437	*0,000
	Dentro De Grupos	1163,748	387	3,007		
	Total	1316,733	389			
GC	Entre Grupos	140,753	2	70,377	18,742	*0,000
	Dentro De Grupos	1250,409	333	3,755		
	Total	1391,162	335			

\*Sig.&lt;0,05

**Tabla 9.** Post-Hoc de Tukey

	(I) Tipo examen	(J) Tipo examen	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
GC	Pretest	Postest I	-1,39782*	0,25895	*0,000	-2,0074	-0,7882
	Postest I	Retest II	1,34673*	0,25895	*0,000	0,7371	1,9563
	Pretest	Retest II	-0,05109	0,25895	0,979	-0,6607	0,5585
GE	Pretest	Postest I	-1,55730*	0,21844	*0,000	-2,0712	-1,0434
	Postest I	Retest II	0,75110*	0,20953	*0,001	0,2581	1,2441
	Pretest	Retest II	-0,80620*	0,21917	*0,001	-1,3219	-0,2906

\*Sig.&lt;0,05

Sin embargo, si observamos las tablas 8 y 9 referidas al grupo experimental, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas en todos los casos. Al contrario que en el grupo control, los resultados de la comparación entre el post-test II con el pre-test realizados por el grupo experimental muestran que estos estudiantes han conservado el recuerdo de los contenidos a largo plazo, ya que la calificación media alcanzada en el post-test II ha sido superior a la obtenida en el pre-test inicial, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre las calificaciones medias de estos dos cuestionarios realizados por dicha muestra experimental (Sig.=0,001).

Los datos anteriores confirman la importancia que tiene la utilización de metodologías prácticas activas que incluyan talleres manipulativos para alcanzar un aprendizaje significativo y a largo plazo de los contenidos STEM trabajados en el aula. Asimismo, estos

resultados complementan investigaciones previas en las que se pone de manifiesto que la manipulación es una vía potenciadora de aprendizajes significativos porque favorece las construcciones mentales de los contenidos más abstractos (Martínez-Borreguero et al., 2019; Wade-Jaimes et al., 2018).

*Influencia de la variable género en el nivel de conocimientos*

A continuación, en las tablas 10 y 11 se muestra el análisis de nivel de conocimiento realizado en función del género del alumnado. La realización de esta observación se asienta en los estudios que indican que las mujeres muestran menos interés y obtienen peores calificaciones en los exámenes y en las pruebas estandarizadas de dominio conceptual relacionadas con las áreas STEM (Miyake, et al., 2010).

**Tabla 10.** Descriptivos del pre-test (Variable género. Mujeres vs Hombres)

Género	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Hombre	5,93	1,73	0,17
Mujer	6,43	1,85	0,16

**Tabla 11.** Prueba t de Student en el pre-test (Variable: género. Mujeres vs Hombres)

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Media	-2,093	226	0,037*	-0,50100	0,23936	-0,97266	-0,02934

\*Sig. < 0,05\*

Los resultados mostrados en las tablas 10 y 11 indican que hay diferencias entre el nivel de conocimiento mostrado por los chicos frente al de las chicas y, además, estas diferencias son estadísticamente significativas (Sig.= 0,037) a favor del colectivo femenino.

Para verificar la posible influencia de la variable género en los resultados del post-test I, se presentan en la tabla 12 los estadísticos descriptivos por género y en la tabla 13 el análisis inferencial realizado para comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones medias obtenidas en función de esta variable.

**Tabla 12.** Descriptivos del post-test I (Variable género. Mujeres vs Hombres)

Género	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Hombre	7,56	2,05	0,19
Mujer	7,85	1,62	0,14

**Tabla 13.** Prueba t de Student en el post-test I (Variable: género Mujeres vs Hombres)

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Media	-1,244	248	0,215	-0,28982	0,23296	-0,74866	0,16901

Aunque los datos mostrados en la tabla 12 indican que las chicas obtuvieron una calificación mayor en el post-test I frente a los chicos, el análisis inferencial que se expone en la tabla 13 confirma que esta diferencia de medias no es estadísticamente significativa (Sig. = 0,215).

Por último, la tabla 14 muestra los estadísticos descriptivos por género y la tabla 15 expone el análisis inferencial realizado para comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones medias obtenidas en el post-test II en función de la variable género.

**Tabla 14.** Descriptivos del post-test II (Variable género. Mujeres vs Hombres)

Género	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Hombre	6,60	2,09	0,19
Mujer	6,77	1,97	0,17

**Tabla 15.** Prueba t de Student en el post-test II (Variable: género Mujeres vs Hombres)

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Media	-0,634	246	0,527	-0,16420	0,25905	-0,67444	0,34604

El análisis descriptivo mostrado en la tabla 14 revela nuevamente que las chicas muestran ligeramente un mejor dominio cognitivo en contenidos objeto de estudio frente a los chicos, pero el análisis inferencial que se expone en la tabla 15 confirma que esta diferencia de medias no es estadísticamente significativa (Sig. = 0,527).

### Resultados del análisis emocional

En este apartado se exponen los datos referidos al análisis emocional de la muestra participante con respecto a la intervención recibida en cada caso. En la tabla 16 se pueden observar las emociones escogidas y los resultados obtenidos en cada una de ellas, mostrando el porcentaje de alumnos que dijo haber sentido cada una de ellas y diferenciando entre grupo control y grupo experimental. Cabe recordar que se analizaron las emociones de los estudiantes al término de las intervenciones con el fin de que los estudiantes valoraran la metodología implementada y llevar a cabo una comparativa de resultados.

**Tabla 16.** Porcentaje (%) de alumnos que Sí han sentido las emociones planteadas

Emociones	Grupo control	Grupo experimental
Curiosidad	70,5 %	78,3 %
Diversión	59,8 %	89,9 %
Confianza	40,2 %	52,2 %
Satisfacción	36,6 %	60,9 %
Asco	4,5 %	4,3 %
Aburrimiento	18,8 %	3,6 %
Preocupación	5,4 %	18,8 %
Enfado	6,3 %	8,7 %

Como se observa en la tabla 16, el análisis de las emociones determinó que el alumnado de primaria manifiesta mayoritariamente emociones positivas ante el aprendizaje de contenidos STEM como bien señalaron otros autores en investigaciones previas (Martínez-Borreguero et al., 2018). No obstante, se observa que el grupo experimental manifiesta en mayor proporción emociones positivas frente al grupo control, siendo esta diferencia emocional estadísticamente significativa ( $\text{Sig.} < 0,05$ ) en las emociones positivas como diversión, satisfacción o confianza. El análisis cualitativo realizado proporciona información más concreta del momento en el que los estudiantes manifestaron las distintas emociones planteadas en el cuestionario. Por ejemplo, en el caso de la emoción curiosidad, un alto porcentaje de alumnos de los dos grupos indicaron sentir esta emoción. Algunos alumnos pertenecientes al grupo control proporcionaron afirmaciones como “Sentí curiosidad cuando llegó la profesora nueva” o “Porque no sabía qué iba a hacer”. Asimismo, gran parte del alumnado del grupo experimental mostró curiosidad cuando se introdujeron en la sesión algunos contenidos novedosos para ellos como eran las leyes de Newton, siendo algunas de las afirmaciones aportadas “Con las leyes de Newton”, “Con la explicación de las leyes” o “Aprendiendo las leyes”, “Con los Newtons” o “Por saber de qué se trataban las leyes de Newton”. Por otro lado, resulta evidente que un 90% del alumnado del grupo experimental manifestara la emoción diversión durante la intervención frente a un 60% del alumnado del grupo control. Algunos comentarios extraídos del grupo experimental sobre la emoción diversión fueron “Cuando el coche se movía”, “Al hacer la maqueta con mis compañeros”, “Cuando medíamos la distancia que recorría nuestro coche en el pasillo”. Por otro lado, se observa que los alumnos del grupo experimental manifiestan en mayor medida emociones como confianza o satisfacción por haber estado inmersos en la elaboración de una maqueta y haberla realizado adecuadamente. En esta situación no se han visto implicados los alumnos del grupo control y por consiguiente, la mayoría de estos estudiantes no han reconocido momentos en los que hayan manifestado dichas emociones.

Respecto a las emociones negativas, hay que resaltar que casi un 20% de los estudiantes pertenecientes al grupo control indicaron haber manifestado aburrimiento en algún momento de la sesión pudiendo ello deberse a que la metodología académico-expositiva aplicada con este grupo no promovió la relación de los contenidos con la vida cotidiana y no fomentó el razonamiento y participación activa del estudiantado como sí lo hizo el taller STEM con el grupo experimental. Por otra parte, parece lógico que hasta un 19% de los estudiantes del grupo experimental manifestaran mayor preocupación que los del grupo control ya que, según se observó en el análisis cualitativo de los datos, éstos tenían la presión de no realizar adecuadamente la maqueta y que por ello no funcionara finalmente. Opiniones como “Cuando al principio no funcionaba la maqueta”, “Por si no salía el coche” o “Porque no sabíamos cómo colocar bien los materiales” fueron algunas de las indicadas por el grupo experimental con respecto a la emoción preocupación.

### **Resultados del análisis actitudinal**

Finalmente se exponen los resultados referidos a la variable actitudinal. Los estudiantes tenían que responder varias preguntas escogiendo entre dos opciones (Sí y No) en base a sus consideraciones. En la tabla 17 se presenta el porcentaje de alumnos que contestó Sí en cada pregunta.

Entre los resultados más relevantes de la tabla 17 se destacan los obtenidos en el enunciado 1 porque revelan que, generalmente, el alumnado suele mostrar interés hacia la enseñanza-aprendizaje de contenidos científico-tecnológicos, pues más de un 85% de estudiantes en ambos grupos indicó que le gustó la sesión recibida. También se observa que un 73% de estudiantes del grupo control indicó que le hubiera gustado hacer una

maqueta relacionada con los contenidos explicados y a más de un 95% en el grupo experimental le gustaría hacer más maquetas en las clases de ciencias y matemáticas (enunciado 3). Estos resultados pueden estar ligados a los obtenidos en el enunciado 4, donde se observa que más de un 80% de los estudiantes, en ambos grupos, considera que las actividades prácticas facilitan el aprendizaje de los contenidos, pero también se pueden relacionar con las aportaciones del grupo experimental en el enunciado 6 que indican que recordarán mejor los contenidos gracias al taller. Asimismo, a un 50% de alumnos del grupo control le hubiera gustado hacer una maqueta complementaria a los contenidos que se explicaron en la intervención (enunciado 5), aspecto que avala la importancia de los talleres STEM en el aprendizaje científico-tecnológico. Finalmente, la información extraída sobre las percepciones de autoeficacia (enunciado 10) sugiere que hay grandes diferencias entre grupos, pues casi un 70% del grupo experimental, se considera capacitado a la hora de realizar maquetas frente al 46% de estudiantes del grupo control. Ello podría deberse a las habilidades y conocimientos de tecnología e ingeniería, incorporados en el taller STEM, que han sido determinantes para que la mayoría de estudiantes del grupo experimental dieran esa respuesta al enunciado 10.

**Tabla 17.** Análisis de las actitudes del alumnado (Porcentaje de Sí)

ÍTEM	GC	GE
	% de Sí	% de Sí
1. ¿Te ha gustado el taller/clase que has realizado?	88,4	99,3
2. ¿Has aprendido los contenidos explicados?	87,5	99,3
3. ¿Te hubiera gustado hacer una maqueta relacionada con los contenidos explicados? (CG) ¿Te gustaría hacer más actividades de este tipo en las clases de ciencias y matemáticas? (EG)	73,2	97,1
4. ¿Crees que es más fácil aprender los contenidos de ciencias haciendo actividades prácticas?	80,4	86,2
5. ¿Habrías aprendido mejor los contenidos que has visto hoy haciendo una maqueta? (CG) ¿Habrías aprendido los contenidos sin hacer el taller práctico? (EG)	50,0	36,2
6. ¿Crees que recordarías mejor los contenidos que has aprendido si hubieras hecho una maqueta? (CG) ¿Crees que recordarás los contenidos que has aprendido con más facilidad gracias al taller práctico? (EG)	43,8	95,7
7. ¿Has aprendido algún contenido que no conocías?	82,1	91,3
8. ¿Necesitas otra clase más para comprender mejor los contenidos? (CG) ¿Has necesitado ayuda para realizar el coche de acción-reacción? (EG)	22,3	66,7
9. ¿Te ha parecido difícil aprender los contenidos? (CG) ¿Te ha parecido difícil realizar el coche de acción-reacción? (EG)	23,2	15,2
10. ¿Podrías realizar una maqueta tu solo relacionada con los contenidos trabajados? (CG) ¿Podrías realizar la maqueta del coche de acción-reacción tú solo y sin ayuda? (EG)	46,4	68,1

## Conclusiones

Para potenciar el aprendizaje a largo plazo conviene usar los recursos didácticos de manera significativa, es decir, conectados e integrados dentro de la estructura temática. Las metodologías activas están reconocidas como estrategias facilitadoras y promotoras del aprendizaje y del pensamiento crítico porque facilitan la transmisión de los mensajes y promueven la comunicación entre los estudiantes al basarse en la aplicación de mecanismos participativos. En esta línea, la contribución de los talleres STEM en el desarrollo del aprendizaje científico-tecnológico se podría relacionar con la estimulación de tres procesos importantes y significativos que se generan de forma coordinada en este ámbito participativo, los procesos cognitivos, los actitudinales y los socializantes. Los talleres STEM pretenden que el alumnado desarrolle conocimiento epistémico, procedimental y contextual y están orientados a desarrollar la capacidad de actuar y de adquirir aptitudes en relación con lo que se aprende. No obstante, este paradigma educativo no solo está destinado a desarrollar la capacidad intelectual, sino también a fomentar la actuación del alumnado en el propio diseño experimental y en la discusión sobre el mismo, potenciando así su capacidad de formular hipótesis y razonarlas y establecer conexiones entre unos contenidos y otros, provocando ello una mejora en las vocaciones científico-tecnológicas y en las actitudes de los estudiantes hacia las áreas STEM.

Por otro lado, coincidimos con Oros et al. (2011) en que la verdadera educación es aquella que persigue el desarrollo integral de la persona. En este sentido, la incorporación de conocimientos y prácticas que permitan el fortalecimiento de las emociones positivas y el manejo y regulación de las emociones negativas debería ocupar un lugar de trascendencia en la planificación escolar (Oros et al., 2011) pues, basándonos en los resultados del estudio, creemos que para mantener las actitudes y vocaciones durante todo el proceso formativo es necesario replantearse la posibilidad de aplicar esta integración de contenidos a lo largo de la educación primaria pero también de la secundaria obligatoria, teniendo en cuenta el carácter comprensivo y funcional que ha de tener la enseñanza de las ciencias en esas etapas. No obstante, el trabajo de desarrollar competencias en los alumnos obliga al docente a revisar sus propias competencias. Consideramos que el papel del docente es indispensable, ya que por medio de su formación y actitud podrá ofrecer a sus estudiantes un aprendizaje de una manera más lúdica y eficaz. En este sentido, reforzar en los planes de formación permanente del profesorado la atención a las didácticas específicas, en general, y a la didáctica de las ciencias experimentales, en particular, se convierte en un desafío para las instituciones formadoras, cara a definir los niveles de logro de las competencias y los procesos de capacitación y actualización de los futuros docentes con el fin de que mejoren sus conocimientos, habilidades y actitudes para alcanzar mayor eficiencia en el ejercicio profesional (Hernández-Suárez et al., 2017).

Finalmente cabe recordar una vez más que la enseñanza tradicional, basada fundamentalmente en un modelo expositivo de los contenidos, ha demostrado su insuficiencia para modificar las ideas previas erróneas del alumnado. El aprendizaje STEM es una técnica pedagógica que sitúa el aprendizaje en contextos complejos de resolución de problemas y ofrece a los estudiantes la oportunidad de considerar cómo los conocimientos que adquieren se relacionan con un problema específico. La educación STEM les obliga a preguntar lo que necesitan saber ayudando a los estudiantes a convertirse en pensadores reflexivos y flexibles que pueden utilizar el conocimiento para tomar soluciones. Por consiguiente, el objetivo de la enseñanza STEM, más que solo sustituir las ideas previas por las científicas, es dotar al individuo de las competencias necesarias para interpretar el mundo y ayudarle a reconocer que el puro conocimiento científico es, en muchos casos, más apropiado que sus preconcepciones para describir y/o comprender determinados

fenómenos (Gómez-Crespo et al., 2004). No obstante, se necesita una investigación cuidadosa para comprender más específicamente los potenciales de la educación STEM en otras muchas variables objeto de estudio.

### Referencias bibliográficas

- Barbosa, L. H. (2013). Construcción, validación y calibración de un instrumento de medida del aprendizaje: test de ley de Bernoulli. *Revista Educación en Ingeniería*, 8(15), 24-37.
- Bassford, M.L., Crisp, A., O'Sullivan, A., Bacon, J. y Fowler, M. (2016). CrashEd – a live immersive, learning experience embedding STEM subjects in a realistic, interactive crime scene. *Research in Learning Technology*, 24(1), 30089. DOI: <https://doi.org/10.3402/rlt.v24.30089>
- Brígido, M., Borrachero, A.B., Bermejo, M.L. y Mellado, V. (2013). Prospective primary teachers' self-efficacy and emotions in science teaching. *European Journal of Teacher Education*, 36(2), 200-217. DOI: <https://doi.org/10.1080/02619768.2012.686993>
- Cohen, J. (ed.) (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2ª ed.). Erlbaum.
- Corlu, M. S., Capraro, R. M. y Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- COSCE (2011). *Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España*. Madrid: Rubes Editorial.
- Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B. y Beichner, R. (2006). Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: Brief electricity and magnetism assessment. *Physical review special Topics-Physics education research*, 2(1), 010105.
- Fadzil, H. M. y Saat, R. M. (2014). Enhancing STEM Education during School Transition: Bridging the Gap in Science Manipulative Skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(3), 209-218. DOI: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1071a>
- Furner, J. M. y Kumar, D. D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(3), 185-189. DOI: <https://doi.org/10.12973/ejmste/75397>
- Gómez-Crespo, M. A., Pozo, J. I. y Gutiérrez, M. S. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educación Química*, 15(3), 198-209.
- González-Peiteado, M. y Pino-Juste, M. (2016). Los estilos de enseñanza: construyendo puentes para transitar las diferencias individuales del alumnado. *Revista Complutense de Educación*, 27(3), 1175-1191. DOI: [https://doi.org/10.5209/rev\\_RCED.2016.v27.n3.47563](https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n3.47563)
- Gutherie, J. T., Wigfield, A. y VonSecker, C. (2000). Effects of integrated instruction on motivation and strategy use in reading. *Journal of educational psychology*, 92(2), 331. DOI: <https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.2.331>
- Heil, D., Pearson, G. y Burger, S. (2013). *Understanding integrated STEM education: Report on a national study*. American Society for Engineering Education.

- Hernández-Suárez, C. A., Pabón-Galán, C. A. y Prada-Núñez, R. (2017). Desarrollo de competencias y su relación con el contexto educativo entre docentes de ciencias naturales. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 51, 194-215. Recuperado de: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/852/1370>
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500690305021>
- Hurley, M. M. (2001). Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. *School science and mathematics*, 101(5), 259-268. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2001.tb18028.x>
- Jarvis, T. y Pell, A. (2004). Primary teachers' changing attitudes and cognition during a two year science in-service programme and their effect on pupils. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1787-1811.
- Kelley, T. R. y Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11.
- King, K. P. y Wiseman, D. L. (2001). Comparing science efficacy beliefs of elementary education majors in integrated and non-integrated teacher education coursework. *Journal of Science Teacher Education*, 12(2), 143-153. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1016681823643>
- Martín del Pozo, R., Fernández-Lozano, P., González-Ballesteros, M. y De Juanas, Á. (2013). El dominio de los contenidos escolares: competencia profesional y formación inicial de maestros. *Revista de Educación*, 36, 363-387. DOI: <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2011-360-115>
- Martínez-Borreguero, G., Mateos-Núñez, M. y Naranjo-Correa, F.L. (2019). Implementation and Didactic Validation of STEM Experiences in Primary Education: Analysis of the Cognitive and Affective Dimension. En IntechOpen (Eds.), *Theorizing STEM Education in the 21st Century*. IntechOpen.
- Martínez-Borreguero, G., Naranjo-Correa, F. L., Mateos-Núñez, M. y Sánchez-Martín, J. (2018). Recreational experiences for teaching basic scientific concepts in primary education: The case of density and pressure. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12), em1616. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/94571>
- Melo-Niño, L. V., Sánchez, R., Cañada, F. y Martínez-Borreguero, G. (2016). Dificultades del aprendizaje sobre el principio de Arquímedes en el contexto de la flotación. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 38(4), e4401. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0077>
- Miyake, A., Kost-Smith, L. E., Finkelstein, N. D., Pollock, S. J., Cohen, G. L. e Ito, T. A. (2010). Reducing the gender achievement gap in college science: A classroom study of values affirmation. *Science*, 330(6008), 1234-1237.
- Mora, C. y Herrera, D. (2009). Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(1), 72-86.
- Oros, L.B., Manucci, V. y Richaud de Minzi, M.C. (2011). Desarrollo de emociones positivas en la niñez. Lineamientos para la intervención escolar. *Educación y Educadores*, 14(3), 493-509.

- Perry, D.L. (ed.) (2012). *What Makes Learning Fun? Principles for the Design of Intrinsically Motivating Museum Exhibits*. AltaMira Press.
- Vaval, L., Bowers, A. J. y Snodgrass Rangel, V. (2019). Identifying a typology of high schools based on their orientation toward STEM: A latent class analysis of HSLs: 09. *Science Education*, 103(5), 1151-1175. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21534>
- Wade-Jaimes, K., Demir, K. y Qureshi, A. (2018). Modeling strategies enhanced by metacognitive tools in high school physics to support student conceptual trajectories and understanding of electricity. *Science Education*, 102(4), 711-743. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21444>