



Artigo

Evaluación del aprendizaje y las emociones de maestros en formación tras el diseño de propuestas prácticas basadas en la educación STEM

Milagros Mateos Núñez

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales,
Universidad de Extremadura, España
milagrosmateos@unex.es | ORCID 0000-0003-2064-0921

Guadalupe Martínez Borreguero

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales,
Universidad de Extremadura, España
mmarbor@unex.es | ORCID 0000-0002-0246-9406

Francisco Luis Naranjo Correa

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales,
Universidad de Extremadura, España
naranjo@unex.es | ORCID 0000-0001-8651-4165

Resumen

Numerosas investigaciones han puesto de manifiesto que el profesorado en formación no se siente competente y muestra inseguridad a la hora de impartir materias científico-tecnológica a sus alumnos. Entre las necesidades formativas más demandadas para mejorar las competencias docentes, expertos destacan las relacionadas con la metodología. Para asegurarse de que los estudiantes sean enseñados por profesores bien cualificados en ciencia y tecnología, las instituciones educativas han comenzado a lanzar planes de estudio enfocados en una educación STEM. Con este precedente, el objetivo del trabajo ha sido valorar la evolución cognitiva y emocional



de 60 maestros en formación tras el diseño y desarrollo de talleres prácticos basados en la integración de contenidos STEM. El estudio se ha llevado a cabo durante el curso académico 2023-2024. Los participantes debían diseñar, en grupos, un taller STEM apto para la etapa de Educación Primaria. Se recabaron datos sobre variables cognitivas y afectivas antes y después del desarrollo de los talleres STEM. Para ello se utilizaron un Pretest y un Postest. Los resultados manifiestan que los participantes partían con un nivel de conocimientos, unas percepciones de autoeficacia docente y unas emociones hacia la enseñanza científica poco favorables. Sin embargo, tras la elaboración y diseño de talleres didácticos, basados en metodología STEM, se observó una significativa (Sig.<0,05) mejora de las variables de estudio. Asimismo, los participantes manifestaron sentirse más cómodos para la impartición e integración de conceptos científico-tecnológicos en su futuro ejercicio profesional tras el desarrollo de los talleres, al verificarse un aumento en la manifestación de emociones positivas y la percepción de las habilidades docentes en ciencias. Este estudio permite concluir que la enseñanza de las áreas STEM mediante metodologías activas favorece el interés por las ciencias y su aprendizaje, respaldando así la literatura científica sobre el tema.

Palavras-chave: Educación STEM; Maestros en formación; Autoeficacia docente; Emociones; Dominio cognitivo.

Resumo

Numerosos estudos demonstraram que os professores em formação não se sentem competentes e mostram-se inseguros quando ensinam matérias científicas e tecnológicas aos seus alunos. Entre as necessidades de formação mais procuradas para melhorar as competências de ensino, os especialistas destacam as relacionadas com a metodologia. Para garantir que os alunos sejam ensinados por professores de ciências e tecnologia bem qualificados, as instituições de ensino começaram a lançar currículos centrados na educação STEM. Neste contexto, o objetivo do estudo foi avaliar a evolução cognitiva e emocional de 60 professores estagiários após a conceção e o desenvolvimento de oficinas práticas baseadas na integração de conteúdos STEM. O estudo foi realizado durante o ano letivo de 2023-2024. Os participantes tiveram que projetar, em grupos, uma oficina STEM adequada para a etapa da Educação Primária. Foram recolhidos dados sobre variáveis cognitivas e afetivas antes e depois do desenvolvimento das oficinas STEM. Para o efeito, foram utilizados um pré-teste e um pós-teste. Os resultados mostram que os participantes começaram com um nível desfavorável de conhecimento, percepções de autoeficácia de ensino e emoções em relação ao ensino de ciências. No entanto, após o desenvolvimento e conceção de oficinas didáticas, com base na metodologia STEM, foi observada uma melhoria significativa (Sig.<0,05) nas variáveis do estudo. Da mesma forma, os participantes relataram sentir-se mais confortáveis no ensino e na integração de conceitos científico-tecnológicos na sua futura prática profissional após as oficinas, com um aumento na expressão de emoções positivas e na percepção



de competências de ensino em ciências. Este estudo permite-nos concluir que o ensino das áreas STEM através de metodologias ativas favorece o interesse pela ciência e a sua aprendizagem, corroborando assim a literatura científica sobre o tema.

Palavras-chave: Educação STEM; Mestrandos em formação; Autoeficácia docente; Emoções; Domínio cognitivo.

Abstract

Numerous studies have shown that trainee teachers do not feel competent and are insecure when teaching science and technology subjects to their students. Among the training needs most in demand to improve teaching competences, experts highlight those related to methodology. To ensure that students are taught by well-qualified science and technology teachers, educational institutions have started to launch curricula focused on STEM education. Against this background, the aim of the study was to assess the cognitive and emotional evolution of 60 trainee teachers after the design and development of practical workshops based on the integration of STEM content. The study was carried out during the 2023-2024 academic year. The participants had to design, in groups, a STEM workshop suitable for the Primary Education stage. Data were collected on cognitive and affective variables before and after the development of the STEM workshops. A Pre-test and a Post-test were used for this purpose. The results show that the participants started with a level of knowledge, perceptions of teaching self-efficacy and emotions towards science education that were not very favourable. However, after the development and design of didactic workshops, based on STEM methodology, a significant ($\text{Sig.} < 0.05$) improvement in the study variables was observed. Likewise, the participants reported feeling more comfortable in teaching and integrating scientific-technological concepts in their future professional practice after the workshops, with an increase in the expression of positive emotions and the perception of teaching skills in science. This study allows us to conclude that the teaching of STEM areas through active methodologies favours interest in science and its learning, thus supporting the scientific literature on the subject.

Keywords: STEM education; Teacher trainees; Teacher Self-efficacy; Emotions; Cognitive domain.

Introducción

En los últimos años, ha disminuido significativamente el interés de los jóvenes en temas relacionados con la ciencia y la tecnología. Esto se refleja en el aumento de estudiantes que finalizan su educación formal sin una buena calificación en ciencias y en la notable disminución de personal



cualificado en materia científico-tecnológica (Vázquez & Manassero, 2008). Una de las principales razones del desinterés hacia estas disciplinas es una actitud negativa hacia la ciencia, según autores (Mellado et al., 2014; Toma & Greca, 2016), y aunque tradicionalmente se consideraba que la mejor etapa para corregir la actitud negativa ante las ciencias se encontraba en la educación secundaria obligatoria, según investigaciones recientes, las vocaciones científicas nacen en su mayoría antes de esas edades (Mateos-Núñez et al., 2019). De hecho, autores como Archer et al. (2010) sugieren que la decisión de los estudiantes de estudiar o no ciencias en la enseñanza superior se toma antes de los 14 años, por lo que este aspecto debe estudiarse desde la infancia de los estudiantes para comprender plenamente el desarrollo de sus intereses y experiencias con los ámbitos científico-tecnológicos.

Los bajos niveles de alfabetización científica y la falta de interés por parte de los ciudadanos podrían vincularse a la poca contextualización en las aulas de los temas científico-tecnológicos con la vida cotidiana, a través de ejemplos o fenómenos cercanos (Busquets et al., 2016; Mateos-Núñez & Martínez-Borreguero, 2023). Los estudiantes de hoy necesitan desarrollar aptitudes para una sociedad eminentemente científico-tecnológica y poder desenvolverse de forma competitiva en el nuevo mercado laboral. Por ello, responder eficazmente a las preguntas que los niños se hacen sobre su entorno es uno de los principales objetivos de la educación científica (Tanik-Onal & Saylan-Kirmizigul, 2021). Los maestros tienen la gran responsabilidad de mantener vivo el interés y la curiosidad de los niños, responder a sus preguntas con paciencia e inculcarles inclinación por la ciencia. Para que la enseñanza de las ciencias sea eficaz, es necesario que los profesores se aseguren de que los niños sigan haciendo preguntas y sean capaces de encontrar respuestas (Ponte y Matos, 1992). Por ello, la forma en que hemos visto y entendido la educación escolar años atrás no puede ser la misma actualmente, y debe adaptarse urgentemente a estas nuevas condiciones (Fernández, 2006).

La educación integrada en STEM (*Science, Technology, Engineering & Mathematics*) puede hacer que el aprendizaje sea más relevante y significativo para los estudiantes (Stohlmann et al., 2013), puede mejorar las actitudes de los estudiantes hacia las materias STEM (Martínez-Borreguero et al., 2022; Mateos-Núñez et al., 2020), favorecer las habilidades de pensamiento de nivel superior y aumentar los logros (Stohlmann et al., 2013). Además, las experiencias de



aprendizaje STEM preparan a los estudiantes para la economía global del siglo XXI (Hynes & Santos, 2007). En consecuencia, se podría asumir que las escuelas enfocadas en una educación STEM tienen un efecto positivo en el aprendizaje y competencias STEM de los estudiantes (Sanders, 2009; Wiswall et al., 2014) y mejoran el interés hacia las áreas STEM (Becker & Park, 2011). Sin embargo, todos estos beneficios dependen notoriamente de una adecuada práctica docente. Los líderes de la educación superior y numerosos investigadores han estado considerando cuestiones sobre cómo cambiar las prácticas de instrucción de la formación docente durante décadas. En los estudios realizados por Borrego y Henderson (2014) se establecen varias pautas a tener en cuenta para adoptar un cambio de enseñanza hacia STEM en la educación superior: docentes competentes, adecuación de las políticas educativas a los entornos y estructuras de cambio para apoyar el desarrollo de innovaciones pedagógicas emergentes.

En muchas ocasiones la formación del profesorado, tanto la inicial como la permanente, no promueve un conocimiento práctico profesional que integre de manera satisfactoria los conocimientos teóricos y los modelos de enseñanza alternativos e innovadores (Porlán & Martín del Pozo, 2002). Por consiguiente, muchos educadores suelen tener una visión absolutista del conocimiento que les lleva a considerar que los contenidos escolares tienen como única referencia el conocimiento disciplinar (Porlán & Martín del Pozo, 2002). Si nos situamos particularmente en la formación científico-tecnológica, la mayoría de futuros maestros han construido su concepto de ciencia y de cómo enseñarla observando a sus profesores a lo largo de sus años de escolaridad e interpretando las clases recibidas (Bonil & Màrquez-Bargalló, 2011; Santos, 2011). Asimismo, los períodos de prácticas en los centros escolares, ayudan a consolidar la propia postura docente. Sin embargo, ello ha conducido a que muchos maestros adopten estrategias de enseñanza tradicionales en sus clases de ciencias, basadas en la transmisión de conocimientos, memorización y ejercicios habituales (Fernández & Tuset, 2008). En este sentido, hay estudios que evidencian las mejoras de los programas o actividades STEM en las capacidades docentes tanto de profesionales de la enseñanza en activo como en formación. En investigaciones previas de Knezek et al. (2015) se comprueba que los profesores que participan en actividades de desarrollo profesional con perspectiva STEM mejoran notablemente sus habilidades en estas áreas. En el estudio realizado con Wu & Albion (2019) se aplicó un programa STEM con docentes en formación para desarrollar su capacidad de enseñar STEM en las escuelas primarias. Los resultados ponen de manifiesto la



relevancia de este tipo de programas por su incidencia en el dominio cognitivo y didáctico del futuro maestro de primaria, así como en su actitud ante el uso de este enfoque en su futura labor docente. En base a los planteamientos anteriores, el presente estudio se enfoca en la integración STEM como metodología didáctica con el propósito de mejorar las competencias profesionales de los maestros en formación en el ámbito científico-tecnológico.

Metodología

El diseño de la investigación desarrollada ha seguido un diseño de tipo cuasiexperimental, con pre-test y post-test, y análisis mixto de los datos. El objetivo general de la investigación ha sido valorar la evolución cognitiva y emocional de 60 maestros en formación tras el diseño y desarrollo de talleres prácticos basados en la integración de contenidos STEM. Para lograr la consecución de este objetivo, se han formulado varios objetivos específicos:

Objetivo Específico 1 (OE1): Analizar la evolución del nivel de conocimientos tras la realización de prácticas relacionadas con la enseñanza de contenidos y desarrollo de competencias STEM.

Objetivo Específico 2 (OE2): Analizar la evolución de la autoeficacia docente/ competencias STEM tras la realización de talleres STEM.

Objetivo Específico 3 (OE3): Analizar la evolución de las emociones ante la realización de prácticas relacionadas con la enseñanza de contenidos y potenciación de las competencias STEM.

Muestra

La muestra participante fue seleccionada mediante muestreo no probabilístico de conveniencia debido a la facilidad de acceso a la misma. En concreto, se ha contado con la participación de 60 futuros docentes que realizaban su último curso del Grado de Educación Primaria, durante el curso académico 2023-2024. Los sujetos participantes tenían edades comprendidas entre los 21-25 años. El 70 % de la muestra participante procede de un bachillerato



de ciencias sociales o humanidades, por lo que sus conocimientos científico-tecnológicos y matemáticos iniciales suelen ser limitados.

Instrumento de medida

Para analizar las variables objeto de estudio señaladas anteriormente (cognitivas, emocionales y de autoeficacia docente) se diseñaron varios instrumentos de medida, válidos y confiables, basados en investigaciones previas (Martínez-Borreguero et al., 2022). Concretamente se diseñó un cuestionario general, aplicado a modo de pre-test y un post-test, antes y después de la intervención didáctica implementada basada en el desarrollo de talleres STEM con el fin de valorar la evolución cognitiva, emocional y competencial de la población de estudio. Específicamente, dicho cuestionario general contenía un primer bloque, compuesto por 36 preguntas tipo test para valorar el nivel de conocimientos inicial y el adquirido tras el proyecto. Siguiendo las indicaciones de Martínez-Borreguero et al. (2022). también se elaboró un apartado compuesto por 17 enunciados para valorar el nivel de autoeficacia docente ante los contenidos científico-tecnológicos que el futuro docente de Educación Primaria debe explicar a su futuro alumnado. Los participantes evaluaban dicha variable mediante escala Likert de cuatro puntos que iba de 0 (Nada competente), 1 (Poco competente), 2 (Algo competente), 3 (Bastante competente) a 4 (Totalmente competente). Finalmente, se seleccionaron diez emociones, cinco positivas (alegría, confianza, diversión, interés y tranquilidad) y cinco negativas (inseguridad, aburrimiento, tensión, ansiedad y preocupación) (Mateos-Núñez et al., 2019). La muestra participante debía elegir el grado de manifestación de esas emociones mediante una escala Likert de 0 a 3 puntos (0: Nunca lo siento; 1: Algunas veces lo siento; 2: Bastantes veces lo siento; 3: Siempre lo siento). A continuación, en la tabla 1 se presentan ejemplos de preguntas incluidas en el bloque para valorar el nivel de conocimientos inicial y final.

**Tabla 1***Ejemplos de preguntas para evaluar el nivel de conocimientos*

La fuerza neta de una caja parada sobre una mesa es...	a) La suma vectorial es de 10 N. b) La suma de la normal y el peso que es 0 N. c) La resta de las fuerzas que actúan. d) Se necesitan valores para calcular dicha fuerza.
Señala la opción verdadera:	a) El punto de fuerza es el punto del espacio en que se aplica la fuerza. b) Las magnitudes escalares quedan determinadas mediante un vector y su unidad. c) El módulo y la dirección son características de un vector. d) En una misma dirección existen tres sentidos posibles.
Un muelle tiene una longitud de 20 cm. Se le estira 3 cm tirando de un extremo con una fuerza de 5 N. Calcula la K.	a) 136,6 N/m b) 166,67 N/m c) 166,6 m/N d) 136,6m/N
Si se cae una manzana de un árbol, dicho cuerpo adquiere (en ausencia de rozamiento)...	a) Una velocidad de 9.8 m/s ² cada segundo. b) Una fuerza de contacto con el aire. c) Una fuerza de gravedad cuyo valor depende del lugar en el que se encuentre. d) Una velocidad que se incrementa verticalmente 9.8m/s cada s transcurrido.



A continuación, en la tabla 2 se presentan ejemplos de preguntas incluidas en el bloque para valorar la percepción de autoeficacia docente inicial y final.

Tabla 2

Ejemplo de items para valorar la autoeficacia docente

Me siento capacitado para...	Valoración (de 0 a 4)
Identificar y describir algunos de los componentes de las máquinas.	
Construir alguna estructura sencilla que cumpla una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas, (escalera, puente, tobogán, etc.)	
Planificar y realizar sencillas experiencias y predecir los cambios en el movimiento, en la forma o en el estado de los cuerpos por efecto de las fuerzas o de las aportaciones de energía, comunicando el proceso seguido y el resultado obtenido.	
Explicar y enunciar las leyes básicas que rigen los fenómenos, como la reflexión de la luz, la refracción de la luz	

Desarrollo de la intervención

Entre la realización del Pre-test y el Post-test los participantes, organizados en grupos de 3 o 4 componentes, tenían que diseñar y desarrollar un taller STEM, en su rol de docente, para potenciar la alfabetización científica y las vocaciones STEM del alumnado de Educación Primaria (10-12 años de edad). El fin de la realización de dicho proyecto era mejorar la competencia docente y el nivel de conocimientos STEM de los participantes. Se facilitó un guion de trabajo donde se especificaban los criterios mínimos para el desarrollo del taller. La idea principal era integrar contenidos de las cuatro disciplinas que componen la educación STEM (*Science, Technology, Engineering & Mathematics*). Los conceptos debían estar contextualizados en el currículo educativo vigente. Es decir, el Proyecto STEM que iban a desarrollar tenía que fundamentarse en aquellos saberes básicos y criterios de



evaluación curriculares relacionados con los conceptos principales de estudio. El Proyecto STEM también tenía que relacionarse con las competencias específicas, así como con los elementos transversales recogidos en el currículo (sostenibilidad, equidad o multiculturalidad). Posteriormente tenían que elaborar una guía didáctica que recogiera la explicación formal de los contenidos implicados en el taller, así como los materiales y el procedimiento necesarios para la realización del mismo, entre otros apartados.

Con respecto a los materiales con los que debía construirse el prototipo, se destaca que estos debían ser de fácil adquisición o reutilizables, con el fin de facilitar su reproducción en el aula de los diferentes centros escolares, tanto es entornos formales como informales de aprendizaje. Por otro lado, los futuros docentes de educación primaria debían realizar un video tutorial que mostrase la construcción del objeto tecnológico paso a paso, con el propósito de integrarlo en metodologías de *flipped classroom* en el aula de primaria. De esta manera, se podía facilitar la construcción del objeto tecnológico previamente a la actividad docente en el aula.

En la figura 1 se muestran imágenes de algunos de los grupos de trabajo desarrollando los objetos tecnológicos.

Figura 1

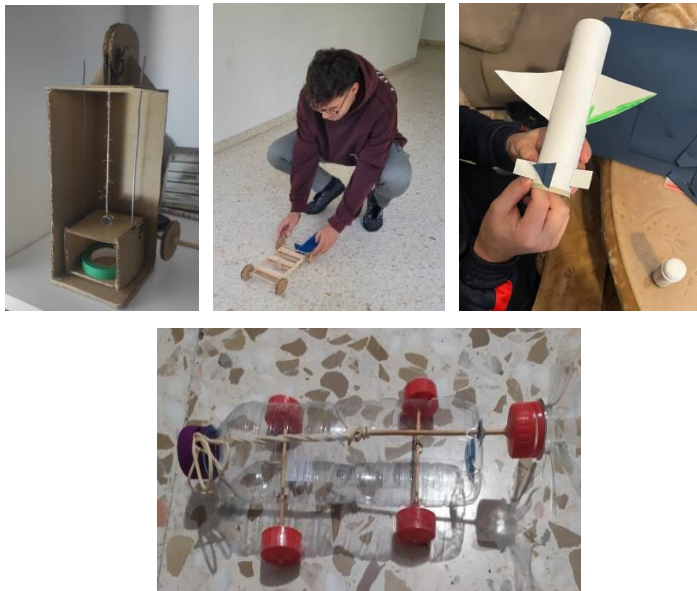
Participantes del estudio llevando a cabo el Proyecto STEM



Asimismo, en la figura 2 se muestran algunos de los objetos tecnológicos construidos por el alumnado.

Figura 2

Ejemplo de objetos tecnológicos construidos por los participantes



Resultados

Evaluación del nivel de conocimientos

En este apartado se presentan los resultados obtenidos para variable nivel de conocimientos. La tabla 3 muestra los estadísticos descriptivos obtenidos en el Pre-test y en el Post-test que valoraba el nivel de conocimientos inicial y final que presentaban los maestros en formación participantes ante los contenidos objeto de estudio.

**Tabla 3***Estadísticos descriptivos del nivel de conocimientos*

	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Pre-test	2,693	1,350	0,089
Post-test	6,424	1,769	0,116

En la tabla 3 se observa que los maestros en formación partían con un nivel de conocimiento STEM muy bajo, pues la puntuación media obtenida ha sido de 2,69 puntos sobre diez, con una desviación estándar de 1,35 y un error estándar de la media de 0,089. Es evidente que los maestros sostienen concepciones alternativas o no científicas sobre diversos conocimientos escolares de ciencias, no obstante, el estudio de las ideas alternativas de los futuros maestros de primaria constituye una importante línea de investigación cuyos resultados han confirmado la falta de preparación de los maestros en ciencias (Fernández-Nistal & Peña-Boone, 2008). Sin embargo, una vez que los maestros en formación diseñaron y presentaron sus talleres STEM, se observó una mejora en el nivel de conocimiento de los futuros maestros. Concretamente, los sujetos han alcanzado una puntuación media de 6,42 puntos con una desviación estándar de 1,66 puntos y un error estándar de la media de 0,11. Aunque estos resultados quedan lejos de resultar excelentes, se puede asumir que la implicación del futuro profesorado en el diseño de los talleres STEM ha favorecido el aprendizaje de conceptos STEM.

Por otro lado, se llevó a cabo la prueba *t de Student* para muestras emparejadas, con el fin de comprobar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los resultados del pre-test y el post-test. En la tabla 4 se presentan los resultados.

**Tabla 4**

Prueba t de Student para muestras emparejadas entre el nivel de conocimiento del Pre-test vs. Post-test

Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia		T	Sig
				Inferior	Superior		
-3,730	2,274	0,150	0,089	-4,026	-3,435	-24,870	0,000*

Los datos mostrados en la tabla 4 revelan que, tras las intervenciones, los resultados en el nivel de conocimientos son significativamente más altos que antes de ella, ya que se obtiene una significatividad menor a 0,05. Ello respalda la validez de los talleres STEM en relación a la mejora del nivel de conocimientos del futuro profesorado sobre contenidos científico-tecnológicos. Por consiguiente, coincidimos con Radloff y Guzey (2016) en que el desarrollo de proyectos STEM no sólo ayudará a los maestros a enseñar STEM a través de enfoques integrados, sino que les ayudará a sentirse más cómodos enseñando de esa manera antes de entrar en el aula. Asimismo, coincidimos con otros estudios previos que han mostrado que el uso de talleres STEM en el alumnado de Educación Primaria promueve un aprendizaje significativo y a largo plazo de los contenidos trabajados (Martínez-Borreguero et al., 2019; Mateos-Núñez et al., 2020).

Evaluación de la percepción de autoeficacia

En este apartado, se presentan los resultados obtenidos en la variable nivel de autoeficacia docente. El cuestionario para valorar la percepción de autoeficacia docente fue aplicado antes y después de la intervención.

Tras llevarse a cabo un análisis descriptivo por enunciado, se comprobó que la muestra participante seleccionó mayoritariamente los ítems Nada competente y Poco competente antes de la intervención. Es decir, los futuros maestros presentaban bajos niveles de autoeficacia docente ante la enseñanza de contenidos relacionados con las áreas STEM. Concretamente, se observan porcentajes de maestros mayores al 50% para estos ítems (Nada competente y Poco competente)



en la mayoría de los enunciados propuestos. Por ejemplo, en el enunciado 1 (Identificar diferentes tipos de máquinas y clasificarlas según sus piezas y/o acciones que realizan), el enunciado 4 (Explicar las partes que componen un circuito eléctrico y sus funciones), el enunciado 7 (Explicar las diferencias entre un electroimán y un alternador), el enunciado 11 (Identificar las principales características de los imanes y relacionar la electricidad y magnetismo) o el enunciado 15 (Realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos seleccionando y utilizando el material necesario y extrayendo conclusiones). Por el contrario, tras el diseño y construcción de los talleres STEM y la realización de los informes necesarios, los maestros en formación mejoran su percepción en relación a su propia autoeficacia docente. Los valores porcentuales obtenidos indican que la muestra participante selecciona mayoritariamente los ítems Bastante competente y Totalmente competente para la mayoría de los enunciados, llegándose a observar una suma del 60 % en el enunciado 1 (Identificar diferentes tipos de máquinas y clasificarlas según sus piezas y/o acciones que realizan) o de un 40 % en el enunciado 5 (Construir alguna estructura sencilla que cumpla una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas), el enunciado 10 (Identificar los elementos de un circuito eléctrico y construir uno), el enunciado 13 (Explicar los efectos del calor en el aumento de temperatura y dilatación de algunos materiales) o el enunciado 16 (Explicar algunos de los avances de la ciencia en: el hogar y la vida cotidiana, la medicina, la cultura y el ocio, el arte, la música, el cine y el deporte y las tecnologías de la información y la comunicación).

Evaluación de las emociones

Se incluyen en este apartado los resultados obtenidos sobre las emociones experimentadas por los futuros docentes de Educación Primaria antes y después de la intervención. Los resultados se presentan en la tabla 5.

**Tabla 5***Porcentajes (%) emocionales de los maestros en formación en el Pre-test vs. Post-test*

	Pre-test				Post-test			
	0	1	2	3	0	1	2	3
Alegría	48,9	32,6	18,4	-	17,9	33,2	16,3	32,6
Confianza	28,9	54,7	16,3	-	6,8	36,8	28,9	27,4
Diversión	31,6	59,5	8,4	-	8,9	46,8	24,2	19,5
Interés	52,1	36,3	11,6	-	-	28,4	56,3	15,3
Tranquilidad	35,8	45,8	18,4	-	-	55,3	17,4	27,4
Inseguridad	-	30,5	52,6	15,3	37,9	55,8	4,7	98,4
Aburrimiento	0,5	32,1	52,6	14,7	22,6	72,1	-	5,3
Tensión	-	27,4	50,5	22,1	11,1	59,5	22,1	7,4
Ansiedad	0,5	23,7	53,7	22,1	14,2	62,1	23,7	-
Preocupación	-	25,8	55,3	18,9	7,4	51,6	34,7	6,3

En la tabla 5 se observa que los futuros maestros mostraban cierto rechazo hacia la enseñanza-aprendizaje de las áreas STEM antes de llevar a cabo la intervención. Sin embargo, el análisis de las emociones tras la realización de los talleres STEM reveló un aumento estadísticamente significativo (Sig. < 0,05) de las emociones positivas y un descenso estadísticamente significativo (Sig. < 0,05) de las negativas. Específicamente se encuentran valores porcentuales superiores al 50 % en emociones como interés y confianza al sumar los ítems Bastantes veces lo siento y Siempre lo siento. Asimismo, se encuentran valores porcentuales del 93,7 % en la emoción inseguridad, del 94,7 % en la emoción aburrimiento o del 76,3 % en la emoción ansiedad al sumar los ítems Nunca lo siento y A veces lo siento.



Discusión y Conclusiones

Los resultados obtenidos revelan una mejora en el desarrollo inicial del docente en formación desde varias perspectivas: la actitudinal/emocional, la competencial/cognitiva y la didáctica. En primer lugar, el estudio pone de manifiesto las carencias cognitivas que muestran los futuros maestros sobre contenidos científico-tecnológicos. Coincidimos con estudios previos en que estas deficiencias disciplinares en ciencias de los maestros de primaria presentan importantes restricciones para una enseñanza de las ciencias de calidad (Yíldírím, 2020). Por consiguiente, se concluye que las propias concepciones alternativas de los maestros sobre los temas de ciencias que deben enseñar pueden ser uno de los orígenes de las concepciones previas que presentan los alumnos sobre estos temas (Kikas, 2004). Una enseñanza de las ciencias que pretenda desarrollar la competencia científica y tecnológica del alumnado requiere de docentes con una formación inicial que integre el componente científico y didáctico de la competencia docente en ciencias (De Juanas-Oliva et al., 2016).

Por otro lado, los resultados hallados apoyan la idea de estudios anteriores de que un enfoque integrador de STEM, basado en metodologías activas, contribuye positivamente al desarrollo del conocimiento del contenido de los profesores en formación de los primeros niveles de escolarización (Bravo-Lucas et al., 2022a; Correia & Baptista, 2022). Asimismo, los talleres STEM también producen una consolidación de la autoeficacia docente gracias a la realización exitosa de los retos propuestos en las sesiones de aula y la mejora de las percepciones sobre sus capacidades profesionales en el aula de ciencias. En consecuencia, se concluye que las experiencias prácticas y lúdicas mejoran los niveles de conocimiento y las habilidades de aplicación no solo del alumnado de primaria (Martínez-Borreguero, et al. 2018) sino también de los futuros docentes (Martínez-Borreguero, et al., 2022; Niess, 2005).

Con respecto a las emociones, se observa una mejora de las variables emocionales positivas tras la intervención didáctica propuesta a los participantes del estudio. En un principio, los maestros en formación manifestaron sentir rechazo hacia la enseñanza de contenidos científico-tecnológicos, siendo las emociones negativas como aburrimiento, preocupación o ansiedad las más exhibidas por los participantes. Sin embargo, tras involucrarse en diseñar y construir un taller STEM, los



participantes incrementan significativamente la manifestación de emociones positivas. Concordamos con estudios de Bravo-Lucas et al. (2022b), Hernández-Barco et al. (2021) y Martínez-Borreguero et al. (2022), en que la realización de este tipo de propuestas didácticas hace que surjan emociones que son activadoras en el aprendizaje de las ciencias, como la curiosidad, la diversión, el entusiasmo, o la preocupación, indistintamente de que sea negativa o positiva. El mayor potencial para el cambio se encuentra en una combinación de emociones activadoras, tanto positivas como negativas, siempre que el profesor pueda controlar las negativas y se sienta con capacidad y competencia para transformarlas, de manera que le supongan un estímulo y una motivación en su propia realización personal y profesional.

En conclusión, los profesores desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de las cualidades del siglo actual y por ello, es importante asegurar que estén debidamente cualificados. En este contexto, los maestros en formación y los profesores en activo deben recibir apoyo continuo para que tengan los conocimientos necesarios sobre el campo de estudio y los conocimientos pedagógicos relacionados con la planificación y diseño de actividades STEM, proporcionándoles los recursos y materiales necesarios para su correcta implementación.

Agradecimientos

Este artículo es parte de los proyectos de I+D+i PID2020-115214RB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y PID2022-140601OA-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa.

Referencias Bibliográficas

- Archer, L., Dewitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2010). “Doing” science versus “being” a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren’s constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94(4), 617–639. <https://doi.org/10.1002/sce.20399>
- Becker, K. y Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students’ learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education*, 12(5), 2338.



- Bonil, J., & Màrquez-Bargalló, C. (2011). ¿Qué experiencias manifiestan los futuros maestros sobre las clases de ciencias? Implicaciones para su formación. *Revista de Educación*, (354), 447–472. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2011-354-007>
- Borrego, M., & Henderson, C. (2014). Increasing the use of evidence-based teaching in STEM higher education: A comparison of eight change strategies. *Journal of Engineering Education*, 103(2), 220-252. <https://doi.org/10.1002/jee.20040>
- Bravo-Lucas, E., Brígido, M., Hernández-Barco, M. A., & Mellado, V. (2022b). Las emociones en ciencias en la formación inicial del profesorado de infantil y primaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(36.1), 57-74. <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92426>
- Bravo-Lucas, E., Costillo, E., Bravo, J. L., Mellado, V., & Conde, M. C. (2022a). Analysis of prospective early childhood education teachers' proposals of nature field trips: An educational experience to bring nature close during this stage. *Science Education*, 106(1), 172-198. <https://doi.org/10.1002/sce.21689>
- Busquets, T., Silva, M., & Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios pedagógicos*, 42(Especial), 117-135. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000300010>
- Correia, M., & Baptista, M. (2022). Supporting the development of pre-service primary teachers PCK and CK through a STEM program. *Education Sciences*, 12(4), 258. <https://doi.org/10.3390/educsci12040258>
- De Juanas-Oliva, Á., Martín del Pozo, R., & González-Ballesteros, M. (2016). Competencias docentes para desarrollar la competencia científica en Educación Primaria. *Bordón*, 68(2), 103-120. <file:///C:/Usuarios/carla/Desktop/DialnetCompetenciasDocentesParaDesarrollarLaCompetenciaCi-5422162.pdf>
- Fernández, M.T. & Tuset, A.M. (2008). Calidad y equidad de las prácticas educativas de maestros de primaria mexicanos en sus clases de ciencias naturales. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 6(3), 156-171. <https://www.redalyc.org/pdf/551/55160308.pdf>
- Fernández, N. (2006). Estrategias de enseñanza para favorecer el aprendizaje significativo. *Revista Cognición*, 1(6), 12–28. http://www.paginaspersonales.unam.mx/files/275/Publica_20130321235339.pdf



- Fernández-Nistal, M. T. & Peña-Boone, S. H. (2008). Concepciones de maestros de primaria sobre el planeta Tierra y gravedad: Implicaciones en la enseñanza de la ciencia. *Revista electrónica de investigación educativa*, 10(2), 1-25. <https://www.scielo.org.mx/pdf/redie/v10n2/v10n2a1.pdf>
- Hernández-Barco, M., Sánchez-Martín, J., Corbacho-Cuello, I., & Cañada-Cañada, F. (2021). Emotional performance of a low-cost eco-friendly project based learning methodology for science education: An approach in prospective teachers. *Sustainability*, 13(6), 3385. <https://doi.org/10.3390/su13063385>
- Hynes, M. M., & Santos, A. D. (2007). Effective teacher professional development: Middle school engineering content. *International Journal of Engineering Education*, 23(1), 24–29.
- Kikas, E. (2004). Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 432-448. <https://doi.org/10.1002/tea.20012>
- Knezek, G., Christensen, R., & Tyler-Wood, T. (2015) Teacher dispositions toward science, technology, engineering and mathematics (STEM). En D. Rutledgey D. Slykhuis (Eds.) *Proceedings of society for information technology and teacher education international conference 2015* (pp 1362–1368). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Martínez-Borreguero, G., Mateos-Núñez, M., & 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. (2022). Cognitive and emotional development of STEM skills in primary school teacher training through practical work. *Education Sciences*, 12(7), 470. <https://doi.org/10.3390/educsci12070470>
- Martínez-Borreguero, G., Naranjo-Correa, F. L., Mateos-Núñez, M., & 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. <https://doi.org/10.29333/ejmste/94571>
- Mateos-Núñez, M., & Martínez-Borreguero, G (2023). Design and implementation of practical workshops for teaching STEM content: analysis of cognitive and emotional variables. En B.



- Cavadas and N. Branco (Eds.), *Handbook of Research on Interdisciplinarity Between Science and Mathematics in Education* (pp. 131-148). IGI Global.
- Mateos-Núñez, M., Martínez-Borreguero, G., & Naranjo-Correa, F. L. (2020). Learning science in primary education with STEM workshops: Analysis of teaching effectiveness from a cognitive and emotional perspective. *Sustainability*, 12(8), 1-21. <https://doi.org/10.3390/su12083095>
- Mateos-Núñez, M., Martínez-Borreguero, G., & Naranjo-Correa, F. L. (2019). Comparación de las emociones, actitudes y niveles de autoeficacia ante áreas STEM entre diferentes etapas educativas. *European Journal of Education and Psychology*, 13(1), 251-267. <https://doi.org/10.30552/ejep.v13i1.292>
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L.V., Dávila-Acedo, M. A., Cañada-Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban-Gallego, R., Martínez-Borreguero, G., Ruiz, C., Sánchez-Martín, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R., & Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and teacher education*, 21(5), 509-523. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>
- Ponte, J. P., & Matos, J. F. (1992). Cognitive processes and social interaction in mathematical investigations. En J. P. Ponte, J. F. Matos, J. M. Matos, & D. Fernandes (Eds.), *Mathematical problem solving and new information technologies: Research in contexts of practice* (pp. 239-254). Springer.
- Porlán, R., & Martín del Pozo, R. (2002). La formación del profesorado en un contexto constructivista. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(3), 271-281. <http://hdl.handle.net/11441/25449>
- Radloff, J., & Guzey, S. (2016). Investigating preservice STEM teacher conceptions of STEM education. *Journal of Science Education and Technology*, 25(5), 759- 774. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9633-5>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMAnia. *Technology Teacher*, 68(4), 20–27. <https://www.teachmeteamwork.com/files/sanders.istem.ed.ttt.istem.ed.def.pdf>
- Santos, R. (2011). Future elementary and kindergarten teachers' knowledge of statistics and of its didactics. [Apresentação de póster]. Seven Congress of the European Society for Research in



- Mathematics Education. Rzeszów, Polónia. Repositório Científico do Instituto Politécnico de Santarém. <http://hdl.handle.net/10400.15/810>
- Stohlmann, M. S., Moore, T. J. & Cramer, K. (2013). Pre-service elementary teachers' mathematical content knowledge from an integrated STEM modelling activity. *Journal of Mathematical and Application*, 1(8), 18-31. https://www.researchgate.net/publication/273458385_Preservice_elementary_teachers'_mathematical_content_knowledge_from_an_integrated_STEM_modeling_activity
- Tanik-Onal, N., & Saylan-Kirmizigul, A. (2021). A Makey-Makey based STEM activity for children. *Science Activities*, 58(4), 166–182. <https://doi.org/10.1080/00368121.2021.2011086>
- Toma, R. B. y Greca, I. M. (2016). Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria. En P. Membiela, N. Casado, M. I. Cebreiros y M. Vidal (Eds.), *La enseñanza de las Ciencias en el actual contexto educativo* (pp. 1-5). Educación Editora.
- Vázquez, Á., & 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*, 8(3), 274–292. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3740/3317>
- Wiswall, M., Stiefel, L., Schwartz, A. E., & Boccardo, J. (2014). Does attending a STEM high school improve student performance? Evidence from New York City. *Economics of Education Review*, 40, 93–105. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2014.01.005>
- Wu, T., & Albion, P. (2019). Investigating remote access laboratories for increasing pre-service teachers' STEM capabilities. *Educational Technology & Society*, 22(1), 82–93. <https://www.jstor.org/stable/26558830>
- Yıldırım, B. (2020). Preschool STEM Activities: Preschool Teachers' Preparation and Views. *Early Childhood Education Journal*, 49, 149–162. <https://doi.org/10.1007/s10643-020-01056-2>