

Comparación de las emociones, actitudes y niveles de autoeficacia ante áreas STEM entre diferentes etapas educativas

Milagros Mateos-Núñez, Guadalupe Martínez-Borreguero, y
Francisco Luis Naranjo-Correa
Universidad de Extremadura (España)

Diversos estudios han señalado la relación del dominio afectivo y el cognitivo en ciencias. El objetivo ha sido comparar las emociones, actitudes y niveles de autoeficacia ante áreas STEM (Science, technology, Engineering and Mathematics) en diferentes etapas educativas. El diseño de investigación ha sido exploratorio y cuantitativo. La muestra ha estado formada por 1097 estudiantes, 540 de Secundaria, 444 de Primaria y 113 maestros en formación. Los instrumentos de medida han indagado en factores emocionales y actitudinales en base a las variables del estudio. Los resultados han revelado que predominan las emociones positivas ante áreas STEM en primaria, existiendo un declive emocional al aumentar el nivel académico. Asimismo, han predominado las emociones positivas en actividades experimentales, y las emociones negativas en actividades de carácter tradicional. Los alumnos de primaria y secundaria han considerado que las estrategias didácticas prácticas facilitan su aprendizaje. Sin embargo, los maestros en formación han mostrado preferencia por el uso de estrategias tradicionales durante sus prácticas docentes, considerando que su alumnado aprendería con ellas. Los niveles de autoeficacia de los participantes han variado en función del nivel académico, y se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre la etapa de secundaria frente al maestro en formación, pues en este colectivo decaen los niveles de autoeficacia ante áreas STEM.

Palabras clave: Emociones, autoeficacia, STEM, niveles educativos.

Comparing emotions, attitudes and levels of self-efficacy in STEM areas at different educational stages. Several studies have pointed to the relationship between the affective and cognitive domains in science. The objective of this work has been to compare emotions, attitudes and levels of self-efficacy in STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) areas in different educational stages. The research design was exploratory and quantitative. The sample consisted of 1097 students (540 from Secondary, 444 from Primary and 113 teachers-in-training). The measuring instruments investigated emotional and attitudinal factors based on the variables of the study. The results have revealed that positive emotions predominate in relation to STEM areas in Primary School, with an emotional decline as the academic level increases. In addition, positive emotions have predominated in experimental activities, and negative emotions in traditional activities. Primary and Secondary students considered that practical didactic strategies facilitate their learning. However, teachers-in-training have shown a preference for the use of traditional strategies during their teaching practices, considering that their students would learn with them. The levels of self-efficacy of the participants have varied depending on the academic level, and statistically significant differences have been found between the Secondary stage and the teacher in training, as in the latter the levels of self-efficacy in STEM areas decline.

Key words: Emotions, self-efficacy, STEM, educational levels.

En la actualidad, aunque la sociedad promueve una visión positiva hacia el sector científico-tecnológico, diversos estudios (NRC, 2011; OECD 2013) resaltan la existencia de un declive de vocaciones STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) y la necesidad de integrar en el sistema educativo una educación integral de estas áreas (Miller, Sonnert, y Sadler, 2018; Bybee, 2010). Otras investigaciones (Mellado et al., 2014; Osborne, Simon, y Collins, 2003) han relacionado los factores afectivos con los cognitivos en las materias científicas, siendo ambos factores especialmente relevantes en los procesos de enseñanza. Por ejemplo, algunos autores (Murphy y Beggs, 2003; Vázquez y Manassero, 2011) indican que la edad del alumnado influye en la actitud hacia las ciencias, constatándose que existe un declive emocional hacia estas áreas a medida que se asciende de nivel académico. Aunque el alumnado de primaria muestra una actitud positiva hacia las áreas STEM (Mateos, Martínez, y Naranjo, 2018a), en la etapa de secundaria emergen emociones negativas hacia asignaturas como Física, Química o Matemáticas (Dávila, Cañada, Sánchez, y Mellado, 2016). Por otro lado, Brígido, Bermejo, Conde, y Mellado (2010) indican que los docentes en formación, en su etapa como estudiantes, tienen un recuerdo emocionalmente positivo de las ciencias en primaria. Sin embargo, el recuerdo de su etapa de secundaria suele ser emocionalmente negativo hacia materias como Física, Química o Matemáticas. Como señalan Alsop y Watts (2003), las emociones pueden perjudicar el pensamiento y la concentración o incluso influir en el concepto de autoeficacia del alumnado. Las investigaciones sobre autoeficacia (Bandura, 1997; Zeldin y Pajares, 2000) postulan que la creencia de los estudiantes en su capacidad para tener éxito en las tareas científicas influye en sus elecciones de actividades relacionadas con la ciencia, en el esfuerzo que dedican a esas actividades y en el éxito final que experimentan.

Respecto a la búsqueda de las causas que pueden provocar la decadencia emocional y los bajos niveles de autoeficacia hacia las áreas STEM, Tobin (2010) indica que puede ser debido a las metodologías de enseñanza que se utilizan en las clases de ciencias, centradas principalmente en la adquisición de conocimientos teóricos de cierta complejidad y poco conectados a la vida real. Por ello, es necesario considerar estrategias de aprendizaje más activas y prácticas, pues como señalan algunos estudios (Mellado et al., 2014), las emociones negativas se manifiestan con más asiduidad durante el aprendizaje teórico, y las positivas durante las prácticas. En base a este planteamiento, para estimular el interés por las áreas STEM y suscitar preguntas que ayuden a comprender los fenómenos y conceptos científico-tecnológicos en los diferentes niveles educativos, diversos estudios coinciden en que se han de combinar adecuadamente los aspectos lúdicos con los formales. Es decir, presentar experiencias científicas u otras actividades que resulten amenas a la vez que formativas (García-Molina, 2011; Martínez, Naranjo, Mateos, y Sánchez, 2018). En esta línea, los

profesores juegan un papel clave en la puesta en práctica de las actividades experimentales, pero la mayoría de ellos desconocen las medidas necesarias para llevarlas a cabo en el aula. Muchos docentes en formación de los niveles de primaria no se sienten preparados para asumir esta visión en la educación STEM (Davis y Krajcik, 2005; Van Aalderen-Smeets, Walma van der Molen, y Asma, 2012). Esto puede provocar que, en la etapa formativa de los futuros maestros, se encuentren actitudes y emociones negativas hacia la enseñanza y el aprendizaje de las materias STEM (Martínez, Naranjo, y Mateos, 2018b). Por ello, para que los estudiantes desarrollen las competencias STEM, el desarrollo profesional del docente debe estar diseñado para ayudar a los profesores a experimentar la ciencia de una manera más auténtica (Wilson, 2013). Los futuros docentes de educación primaria, necesitan tener experiencias de aprendizaje que les permitan mejorar sus emociones hacia las ciencias, trasladar su interés a los alumnos y abordar la enseñanza con menos ansiedad y más seguridad (de Juanas, Martín-del Pozo, y González, 2016). En base a estos antecedentes, la aportación de la investigación que se presenta ha sido establecer una comparativa entre variables emociones, afectivas y de autoeficacia en tres colectivos del sistema educativo. En concreto, han participado en el estudio alumnos de educación primaria, secundaria y universidad. Específicamente, del nivel universitario se ha optado por una muestra de maestros en formación, dado que este colectivo será el encargado de impartir contenidos STEM a las generaciones futuras en etapas tempranas, donde comienzan a forjarse las primeras actitudes y vocaciones científicas. Tal y como se recoge en el informe ENCIENDE (Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar) (Couso et al., 2011) se hace necesario promover las áreas STEM como un elemento fundamental en la cultura y potenciarlas desde la escuela primaria, para formar científicamente a los ciudadanos del futuro desde las primeras etapas escolares.

MÉTODO

El diseño de la investigación ha sido de tipo exploratorio, no experimental y cuantitativo. El objetivo principal ha sido comparar las emociones, actitudes y niveles de autoeficacia ante áreas STEM en diferentes etapas educativas en base a aspectos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje tanto en contextos formales como informales.

Participantes

La muestra ha estado formada por 1097 estudiantes. Concretamente, 113 alumnos pertenecían al Grado de Educación Primaria (futuros docentes), seleccionados mediante muestreo no probabilístico debido a la facilidad de acceso. Por otro lado, se

contó con la participación de 540 estudiantes de Secundaria (13-16 años) y 444 de Primaria (8-12 años).

Instrumentos

Como instrumentos de medida, se han diseñado tres cuestionarios basados en investigaciones previas de nuestro grupo de investigación que evalúan factores emocionales y actitudinales en función de diversos aspectos académicos, sociales y personales. Los cuestionarios estaban divididos en varias secciones en función de la variable a analizar: dimensión emocional, dimensión competencial y preferencias académicas y metodológicas.

Respecto a la dimensión emocional, los participantes debían indicar las emociones que experimentaban hacia las asignaturas y hacia diferentes actividades STEM. Para la clasificación de las emociones utilizadas en la investigación, se han tenido en cuenta estudios previos (Dávila, Borrachero, Cañada, Martínez, y Sánchez, 2015). En concreto, se han clasificado como positivas y negativas, en base a la taxonomía establecida en la literatura y han sido seleccionadas en función del nivel académico de los participantes. Se utilizó una escala Likert de 4 puntos en función de la frecuencia con la que los participantes manifestaban las diferentes emociones (Nunca lo siento, a veces lo siento, la mayoría de las veces lo siento, siempre lo siento). A modo de ejemplo, se muestran en la figura 1 las actividades tanto de carácter formal como informal que debían valorar los alumnos de secundaria en su rol de alumno y el maestro en formación en su rol de docente

Figura 1. Actividades planteadas (Dimensión Emocional)

	Rol de alumno (AS)	Rol de docente (MF)
E1	Haciendo un proyecto de ciencias o tecnología	Planificar y diseñar un proyecto de ciencias o tecnología
E2	Investigando sobre lo aprendido en clases de ciencias	Plantear una investigación sobre ciencias
E3	Participando en debates científicos	Promover y moderar un debate científico
E4	Resolviendo problemas	Resolver problemas en la pizarra
E5	Durante las explicaciones científicas en la pizarra	Explicar ciencia en la pizarra
E6	Creando robots	Enseñar a crear robots
E7	Haciendo una exposición científica solo	Hacer una exposición sobre un tema actual de ciencias
E8	Aprendiendo ciencias en el laboratorio de física	Plantear actividades en el laboratorio de física
E9	Haciendo experimentos científicos en clase	Hacer experimentos científicos en clase
E10	En el taller de tecnología	Plantear actividades en el taller de tecnología
E11	Participar en un concurso de ciencias	Preparar a tus alumnos para participar en un concurso de ciencias

En otra sección del cuestionario se evaluaba el nivel de autoeficacia ante situaciones STEM y el orden de preferencia hacia diferentes asignaturas y estrategias metodológicas. A modo de ejemplo, se muestra en la figura 2 las actividades planteadas en el cuestionario de autoeficacia. El alumnado debía señalar su nivel de capacidad y de preferencia en cada caso, con las opciones “No estoy capacitado”, “Estoy capacitado con algo de ayuda” “Estoy totalmente capacitado”, “Me aburre. Ni lo intentaría”, “Me divierte. Lo intentaría”.

Figura 2. Actividades planteadas en el cuestionario de autoeficacia

- | |
|--|
| 1. Hacer experimentos y pruebas prácticas en clase |
| 2. Crear un objeto tecnológico |
| 3. Montar una maqueta con circuito eléctrico |
| 4. Desmontar y montar un mando a distancia |
| 5. Construir un columpio en un árbol teniendo los materiales necesarios |
| 6. Reparar algún juguete o aparato roto |
| 7. Montar una guardia secreta si tuvieras los materiales que necesites |
| 8. Construir una maqueta que funcione con material casero |
| 9. Hacer un tirachinas |
| 10. Desmontar un coche teledirigido |
| 11. Crear un gran efecto dominó |
| 12. Llenar el maltero de un coche con maletas y bolsas aprovechando el espacio al máximo |
| 13. Hacer construcciones con LEGOS |
| 14. Construir una mansión online |
| 15. Fabricar una polea |
| 16. Hacer mediciones con un péndulo |
| 17. Resolver problemas de matemáticas o física y química |
| 18. Instalar un videojuego en un ordenador |
| 19. Instalar una impresora en un ordenador |

Respecto a la sección de preferencias académicas y metodológicas, el alumnado de los diferentes niveles debía establecer por un lado un ranking en función de las materias que componen el currículo académico y por otro, un ranking en función de las estrategias didácticas utilizadas en el aula en el proceso de enseñanza, justificando además si aprenderían o no con ellas. En la sección de resultados se detallan tanto las materias como las estrategias de enseñanza incluidas en esta sección del cuestionario.

Análisis de datos

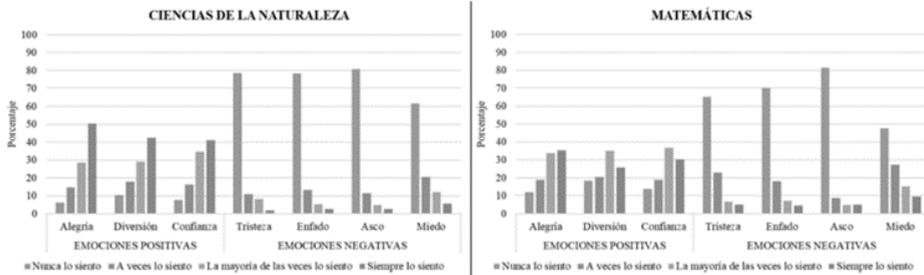
Se ha llevado a cabo un análisis estadístico mediante el paquete estadístico SPSS (Statistical Product and Service Solutions). En primer lugar, se ha realizado un análisis descriptivo de las variables analizadas, determinando sus frecuencias, porcentajes y gráficos representativos. Posteriormente, y con el objeto de contrastar las hipótesis de trabajo para establecer si existen diferencias estadísticamente significativas de las variables analizadas entre los diferentes niveles académicos, se ha llevado a cabo un análisis inferencial utilizando las pruebas paramétricas ANOVA o t de Student en función de los grupos a comparar (previa comprobación de los requisitos necesarios para utilizarlas).

RESULTADOS

Resultados de la dimensión emocional hasta materias STEM del currículo

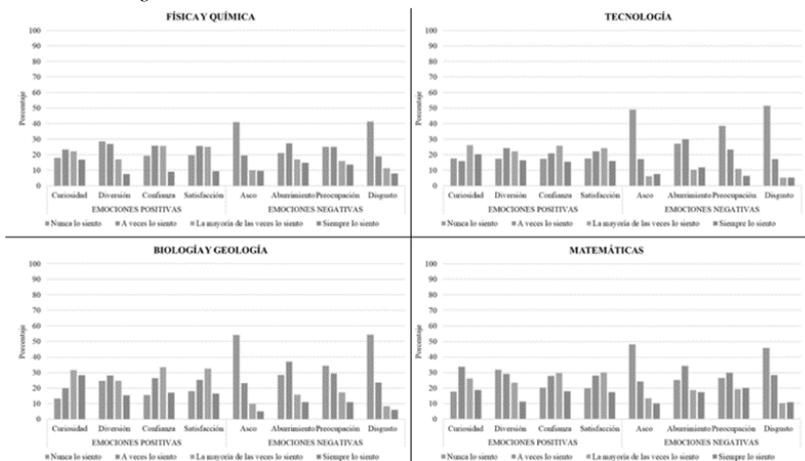
La figura 3 presenta los resultados obtenidos por los estudiantes de primaria en la variable emocional en las materias STEM del currículo de primaria (Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas). El alumnado al cursar las áreas STEM de su etapa, manifiesta haber experimentado con mayor frecuencia emociones positivas (alegría, diversión y confianza) que negativas (tristeza, enfado, asco).

Figura 3. Emociones hacia materias STEM: Muestra de primaria



La figura 4 presenta los resultados obtenidos por los estudiantes de secundaria en la variable emocional en las materias STEM del currículo de secundaria (Física y Química, Tecnología, Biología y Geología, Matemáticas). Aunque siguen primando las emociones positivas frente a las negativas en la etapa secundaria lo hacen en menor proporción que en primaria.

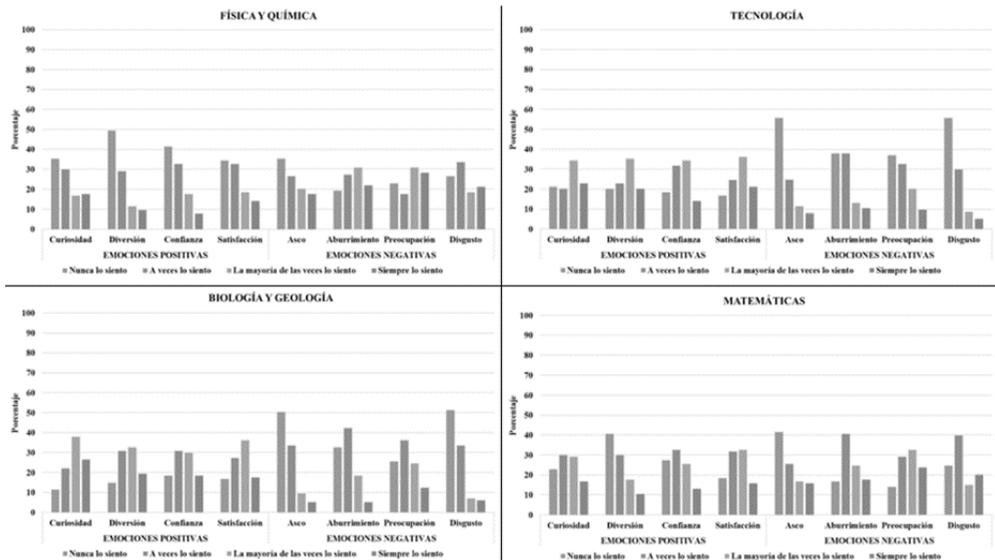
Figura 4. Emociones hacia materias STEM: Muestras de secundaria



Los resultados sugieren que en secundaria las emociones se hacen más selectivas dependiendo del contenido. Así, aparecen actitudes negativas, rechazo y desinterés hacia ciertas asignaturas STEM, como Física y Química o Matemáticas.

La figura 5 presenta los resultados obtenidos por los maestros en formación en la variable emocional en las materias STEM. Se observa un aumento de emociones negativas (aburrimiento o preocupación) por parte del futuro maestro con respecto a la etapa primaria y secundaria. Asimismo, aumenta el porcentaje de maestros en formación que señalan el ítem “Nunca lo siento” para las emociones positivas (diversión o confianza) en asignaturas como Física y Química o Matemáticas. Esto es especialmente preocupante en este colectivo, pues deben impartir contenidos científico-tecnológico a las generaciones futuras en la etapa en la que comienzan a forjarse las primeras actitudes y preferencias hacia las ciencias, la etapa de primaria.

Figura 5. Emociones hacia materias STEM: Muestra de maestros en formación



Resultados del análisis comparativo en función del nivel académico:

Dimensión emocional hacia materias STEM

Para comparar los resultados obtenidos entre etapas en la variable emocional se llevó a cabo un análisis inferencial. El ANOVA realizado mostró la existencia de diferencias estadísticamente significativas (Sig.<0.05) entre las diferentes etapas en las áreas STEM. Para analizar entre que colectivo y en qué emociones se encontraron estas diferencias, se realizó la prueba Post-Hoc de Tukey en cada una de las materias STEM. La tabla 1 muestra los resultados estadísticamente significativos de esta prueba para las

áreas de Física/Química y de Biología/Geología de secundaria frente a Ciencias de la Naturaleza de primaria. Asimismo, se incluyen los resultados de matemáticas de secundaria frente a primaria.

En Física/Química frente a Ciencias Naturales se observa que al pasar de primaria a la ESO y de ESO al colectivo de Maestros en formación, aumentan significativamente ($\text{Sig.} < 0.05$) las emociones negativas (asco y disgusto) en la materia de Física y Química de secundaria frente a la de ciencias de primaria. Asimismo, los resultados indican que se produce un descenso en la manifestación de emociones positivas hacia estos contenidos a lo largo de la escolarización, es decir, se observa que los estudiantes de primaria experimentan emociones positivas con mayor frecuencia que los alumnos de secundaria y el maestro en formación, siendo esta diferencia significativa en las emociones positivas (diversión o confianza).

En Biología y Geología de secundaria frente a Ciencias de la naturaleza de primaria se observa que existen diferencias estadísticamente significativas ($\text{Sig.} < 0.001$) entre primaria frente a secundaria y frente a los maestros en formación. Se produce un declive de las emociones positivas (diversión, confianza) y un aumento de emociones negativas (asco, disgusto) a medida que aumenta el nivel educativo. Sin embargo, los datos señalan que el declive actitudinal hacia los contenidos de biología no es tan desfavorable como ocurre en Física y Química.

En Matemáticas, los resultados revelan la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($\text{Sig.} < 0.001$) entre etapas educativas. Concretamente, las emociones positivas se manifiestan con mayor frecuencia durante la etapa primaria frente a la etapa de ESO o de maestros en formación, produciéndose un declive emocional a medida que aumenta el nivel. Asimismo, aumentan significativamente las emociones negativas al subir de etapa educativa.

La tabla 2 muestra el análisis inferencial entre Secundaria y el docente en formación en referencia a las emociones manifestadas hacia la asignatura Tecnología. No se ha considerado al alumnado de primaria al no ser la tecnología una asignatura de su currículo. Por ello, se ha optado por la prueba *t* de Student. Se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas en el grado de manifestación de emociones positivas entre el alumno de secundaria frente al maestro en formación en la asignatura de Tecnología, es decir, en ambos casos la manifestación de estas emociones es similar.

Tabla 1. Post-Hoc de Tukey: Variable emocional

	Variable	(I) NIVEL	(J)NIVEL	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
Física y Química vs Ciencias Naturaleza	Diversión	PRIMARIA	MAESTRO	1.217	< 0.001*
			ESO	0.987	< 0.001*
	Confianza	ESO	MAESTRO	0.384	< 0.001*
		PRIMARIA	MAESTRO	1.167	< 0.001*
	Asco		ESO	0.782	< 0.001*
		ESO	MAESTRO	-0.351	< 0.001*
		PRIMARIA	MAESTRO	-0.908	< 0.001*
			ESO	-0.557	< 0.001*
	Disgusto	ESO	MAESTRO	-0.521	< 0.001*
		PRIMARIA	MAESTRO	-1.020	< 0.001*
			ESO	-0.499	< 0.001*
	Biología vs Ciencias Naturaleza	Diversión	PRIMARIA	MAESTRO	0.454
			ESO	0.700	< 0.001*
Confianza		PRIMARIA	MAESTRO	0.592	< 0.001*
			ESO	0.525	< 0.001*
Asco		PRIMARIA	MAESTRO	-0.401	< 0.001*
			ESO	-0.336	< 0.001*
Disgusto	PRIMARIA	MAESTRO	-0.351	< 0.001*	
		ESO	-0.308	< 0.001*	
Matemáticas	Diversión	PRIMARIA	MAESTRO	0.702	< 0.001*
			ESO	0.536	< 0.001*
	Confianza	PRIMARIA	MAESTRO	0.585	< 0.001*
			ESO	0.359	< 0.001*
	Asco	PRIMARIA	MAESTRO	-0.739	< 0.001*
			ESO	-0.518	< 0.001*
	Disgusto	ESO	MAESTRO	-0.453	< 0.001*
		PRIMARIA	MAESTRO	-0.850	< 0.001*
	ESO	-0.397	< 0.001*		

Tabla 2. T Student: Variable emocional (Tecnología). Alumnos de ESO vs Maestros en formación

Variable	Diferencia de medias	Sig. (bilateral)
Curiosidad	0.014	0.899
Diversión	-0.095	0.387
Confianza	0.046	0.668
Satisfacción	-0.146	0.182
Asco	-0.060	0.553
Aburrimiento	0.128	0.236
Disgusto	-0.081	0.383

*Sig.< 0.05

Resultados referidos a las preferencias académicas del alumnado

La figura 6 muestra el ranking de asignaturas establecido por los estudiantes de primaria y los de secundaria.

Figura 6. Ranking de asignaturas curriculares (Primaria vs Secundaria)

Ranking	Educación Primaria	Educación Secundaria
Primero	Educación Física	Educación Física
Segundo	Plástica	Plástica
Tercero	Ciencias de la Naturaleza	Música
Cuarto	Lengua y Literatura	Inglés
Quinto	Música	Lengua y Literatura
Sexto	Ciencias Sociales	Geografía e Historia
Séptimo	Matemáticas	Biología y Geología
Octavo	Inglés	Matemáticas
Noveno	-	Física y Química
Décimo	-	Tecnología

Se observa en la figura 6 que los estudiantes de primaria muestran preferencia por asignaturas como Educación Física o Plástica, pero también por Ciencias de la Naturaleza (tercer puesto). Sin embargo, Matemáticas ocupa los últimos puestos del ranking. Por otro lado, los estudiantes de secundaria posicionan las áreas STEM en los últimos puestos, siendo Física y Química y Tecnología las más rechazadas. Los resultados obtenidos en el ranking están en línea con las emociones experimentadas por los estudiantes hacia las áreas STEM (mostrados en la figura 1). Resulta lógico que los estudiantes de primaria posicionen en los primeros puestos la asignatura de Ciencias de la Naturaleza, teniendo en cuenta que manifiestan mayoritariamente emociones positivas hacia la misma. Por parte de este colectivo también se constata una clara disminución de emociones positivas en el área de Matemáticas, siendo ello coherente con la posición obtenida por esta asignatura en el ranking. El ranking propuesto por la muestra de secundaria va ligado a los resultados emocionales presentados anteriormente en la figura 2. Se produce un claro declive emocional hacia las áreas STEM con respecto a la etapa primaria, de ahí que estas asignaturas sean posicionadas en los últimos puestos. Asimismo, el alumnado de secundaria indicó que experimentaba emociones positivas con mayor frecuencia en Biología y Geología y con menor frecuencia en Tecnología o Física y Química, por lo que es coherente el ranking establecido entre estas materias.

Resultados emocionales ante la realización de actividades STEM

La tabla 3 muestra los resultados emocionales de los estudiantes de secundaria y de los maestros en formación con respecto a la realización de diferentes actividades STEM en contextos formales y no formales. Los enunciados de las actividades

planteadas se mostraron en la figura 1 en la sección de métodos. Se representa el porcentaje de la frecuencia de emociones al sumar los valores “La mayoría de las veces lo siento” y “Siempre lo siento”

Tabla 3. Emociones ante actividades STEM. Alumnos de Secundaria (AS) vs Maestros en Formación (MF)

%	Curiosidad		Diversión		Confianza		Satisfacción		Asco		Aburrimiento		Preocupación		Disgusto	
	AS	MF	AS	MF	AS	MF	AS	MF	AS	MF	AS	MF	AS	MF	AS	MF
E1	33.7	63.7	67	63.8	56.4	63.7	59.6	68.1	10.8	16.8	16.8	23	24.5	34.5	9.1	14.1
E2	48.9	62	34.8	58.4	45.7	53.1	42.2	66.4	16.7	12.4	27.1	20.4	20.5	34.5	14.2	13.3
E3	50	51.3	46.1	46	40	48.7	41.8	53.9	15.3	20.3	22.6	23.9	20.9	33.6	11.5	20.3
E4	43.9	71.6	27.6	67.2	43.2	68.1	40.9	77	22.4	13.3	32	16.8	31.8	37.2	18.2	19.4
E5	48.4	51.3	27.9	48.7	44	51.3	35.9	56.6	21.3	19.5	37.6	18.5	24.1	34.5	15.6	17.7
E6	67.6	61.9	66.3	61	50.9	50.4	61.1	61.1	8.1	19.4	12.6	23.9	19.6	34.5	8.7	18.5
E7	36.8	68.1	26.5	54.8	30.6	58.4	40	66.4	23.9	16.8	34.4	23	40	34.5	19.4	20.4
E8	58.9	68.5	58.9	73.4	51.3	61.9	55.9	73.5	14.2	12.4	20.7	18.5	15.4	28.3	11.5	10.6
E9	74.3	75.2	73.4	77.9	59.5	60.2	63.9	75.2	5.5	14.1	11.3	18.6	21.7	36.3	8.9	13.3
E10	59.5	67.2	62	70	51.9	60.1	53.2	72.5	11.3	9.8	16.5	14.1	18.5	30	9	8
E11	43.2	70.8	42.2	69	34.8	56.6	36.8	71.7	18.9	19.5	26.8	23.8	32.1	46	17.4	20.3

Los porcentajes de la tabla 5 sugieren un mayor rechazo hacia diferentes actividades STEM por parte del estudiante de secundaria ya que en las emociones positivas estos ítems son escogidos con mayor frecuencia por el maestro en formación en la mayoría de los casos. Por el contrario, el porcentaje las emociones negativas es menor en los maestros en formación que en estudiantes de secundaria. Para analizar si existían diferencias estadísticamente significativas en función de la tarea propuesta, se llevó a cabo análisis inferencial. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que existen diferencias estadísticamente significativas ($\text{Sig.} < 0.05$) entre niveles educativos en función de las tareas en el rol de alumno frente al rol del docente. Concretamente, hay diferencias significativas en el grado de manifestación de emociones positivas como diversión, satisfacción o confianza a la hora de realizar tareas de carácter tradicional como, por ejemplo, las explicaciones teóricas expositivas o la resolución de problemas.

Resultados sobre las preferencias referidas a estrategias didácticas

La figura 7 muestra los resultados referidos a las preferencias metodológicas manifestadas por los estudiantes de primaria y de secundaria. Se observa que, independientemente del nivel educativo, los estudiantes muestran mayor inclinación por aquellas estrategias que requieren de práctica y experimentación. Estrategias como las

explicaciones en la pizarra o el uso de fichas son mayoritariamente rechazadas por los estudiantes de primaria.

Figura 7. Ranking de estrategias didácticas (Primaria vs Secundaria)

Ranking	Estrategias didácticas Educación Primaria	Estrategias didácticas Educación Secundaria
Primero	Uso del ordenador	Gamificación
Segundo	Explicaciones en las excursiones	Prácticas de laboratorio guiadas
Tercero	Exposiciones grupales	Aprendizaje Basado en Proyectos
Cuarto	Realización de ejercicios prácticos	Presentación con diapositivas
Quinto	Explicaciones en la pizarra	Actividades de lápiz y papel
Sexto	Realización de ejercicios en la pizarra	Resolución de problemas y ejercicios
Séptimo	Uso de fichas	-
Octavo	Exposiciones individuales	-

En la tabla 4, se presentan los resultados sobre la preferencia metodológica del maestro en formación teniendo en cuenta su rol de docente.

Tabla 4. Valoración de las estrategias didácticas (Maestro en formación)

	No la usaría	Sí la usaría	Mi alumnado no aprendería	Mi alumnado sí aprendería
Presentación con diapositivas	5.3%	94.7%	1.8%	98.2%
Actividades con lápiz y papel	1.8%	98.2%	3.5%	95.6%
Aprendizaje Basado en Proyectos	15.9%	82.3%	13.3%	85%
Aprendizaje con juegos o gamificación	3.5%	95.6%	5.3%	93.8%
Resolución de problemas y ejercicios	2.7%	97.3%	5.3%	93.8%
Prácticas en el laboratorio guiadas	16.8%	83.2%	8%	92%
Realización de maquetas de ciencias	31%	65.5%	18.6%	77.9%
Uso de fichas de trabajo	14.2%	85%	15.9%	83.2%
Plantear salidas al medio natural	4.4%	95.6%	4.4%	95.6%
Plantear visitas a ferias de ciencias	16.8%	83.2%	12.4%	86.7%
Usar mayoritariamente el libro de texto	49.6%	50.4%	38.9%	60.2%
Proyectos interdisciplinarios STEM	21.2%	77.9%	15.9%	82.3%

Como se muestra en la tabla 4, la valoración realizada por los maestros en formación hacia el uso de diferentes metodologías dista mucho de la realizada por los escolares, ya que este colectivo prefiere utilizar tanto estrategias de carácter más tradicional (actividades con lápiz y papel o resolución de problemas) como estrategias más innovadoras (gamificación o salidas al medio natural). Sin embargo, la estrategia didáctica basada en el uso exclusivo del libro de texto es la peor valorada por este colectivo.

Resultados respecto a la dimensión competencial: Variable autoeficacia

La tabla 5 muestra los resultados referidos a la variable autoeficacia en los ítems mostrados en la figura 2. Los valores encontrados en los niveles de autoeficacia no han sido del todo favorables. Los resultados mostrados revelan que poco más de la mitad del colectivo encuestado muestra competencia y autoeficacia ante las competencias STEM planteadas. Concretamente, tanto el alumnado de secundaria como el maestro en formación muestran una autoeficacia positiva en aquellas tareas de tipo lúdico (ítems 9, 11, 13 o 18). Con respecto a aquellas tareas que se podrían plantear en contextos educativos, el porcentaje de alumnos capacitados desciende (ítems 2, 3, 15, 16 o 17). No obstante, gran parte de la muestra señala que podrían dar resolución a las actividades planteadas con algo de ayuda externa. Por otro lado, cabe destacar que la mayoría de los participantes, tanto maestros como estudiantes de secundaria, muestran una actitud positiva ante las tareas propuestas, ya que los porcentajes referidos superan el 70% en casi todos los casos. No obstante, la actitud favorable decae en aquellas tareas que se consideran más formales (ítem 16 o 17), coincidiendo estos resultados con los obtenidos en la variable autoeficacia.

Tabla 5. Porcentajes obtenidos en la variable autoeficacia y actitud (ESO vs Maestro en Formación (MF))

Item	Señala tu nivel de capacidad en cada caso						Señala tu preferencia en cada caso			
	No estoy capacitado		Estoy capacitado con algo de ayuda		Estoy totalmente capacitado		Me aburre. Ni lo intentaría		Me divierte. Lo intentaría	
	ESO	MF	ESO	MF	ESO	MF	ESO	MF	ESO	MF
1.	5.2	6.2	50.6	50.4	41.5	43.4	9.3	8.8	84.1	90.3
2.	17.2	38.1	57.6	45.1	22.4	16.8	13.9	31	79.3	68.1
3.	15.7	30.1	52	49.6	28.7	20.4	16.1	31	76.7	67.3
4.	22	29.2	45.4	41.6	28.5	29.2	30.7	40.7	61.3	57.5
5.	11.9	7.1	40.7	40.7	43.9	52.2	14.8	19.5	78	79.6
6.	10	9.7	40	47.8	46.3	42.5	21.9	18.6	70.2	80.5
7.	11.1	15.9	35.2	24.8	49.6	58.4	11.7	16.8	81.3	82.3
8.	17.4	14.2	46.3	43.4	32	42.5	26.1	20.4	67	78.8
9.	3.3	9.7	20.6	19.5	72	70.8	21.1	28.3	71.9	69.9
10.	24.3	30.1	43.1	46	28.3	23.9	37.4	39.8	55.7	59.3
11.	7.4	12.4	24.1	25.7	63.5	61.1	14.6	20.4	78.3	77.9
12.	6.1	4.4	18.7	8.8	72.2	86.7	42.2	31	50.6	68.1
13.	4.6	10.6	16.5	11.5	75.4	77.9	26.9	28.3	66.5	70.8
14.	8.9	19.5	26.7	35.4	61.1	45.1	19.4	38.9	72.4	60.2
15.	23	20.4	41.9	52.2	30.2	27.4	45.4	46.9	47.4	52.2
16.	30.7	32.7	45.7	44.2	18.1	22.1	52.2	50.4	40.2	47.8
17.	16.	23	41.7	52.2	37	23.9	49.4	48.7	43.5	49.6
18.	8.3	21.2	20.2	28.3	68.5	50.4	15	29.2	77.6	69
19.	18.1	15	40.9	29.2	37.8	55.8	35.9	27.4	56.3	71.7

La tabla 6 muestra la prueba t de Student para comprobar si existían diferencias significativas en el nivel de autoeficacia manifestado por los alumnos de secundaria frente al maestro en formación.

Tabla 6. Prueba t de Student en autoeficacia (Secundaria vs Maestro en Formación)

Ítem Número	t	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
2	3.937	< 0.001*	0.265
3	3.316	0.001*	0.231
14	4.030	< 0.001*	0.283
17	2.817	0.005*	0.209
18	4.725	< 0.001*	0.328
19	2.684	0.007*	0.204

*Sig.< 0.05

Puede observarse en la tabla 6 que hay una disminución estadísticamente significativa en autoeficacia STEM a medida que aumenta el nivel académico. El alumnado de secundaria presenta mayores niveles de competencia STEM que el maestro en formación (ítems 2, 3, 14, 17, 18 y 19).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La opinión que los alumnos tienen de las asignaturas STEM a lo largo de la escolarización primaria parece ser bastante positiva. Estos resultados coinciden con investigaciones que señalan que los estudiantes de primaria suelen tener emociones y actitudes positivas hacia las ciencias (Brígido et al., 2010). Sin embargo, el análisis inferencial revela diferencias emocionales en función de la edad de los alumnos, es decir, se produce una disminución de las emociones positivas y un aumento de las emociones negativas en determinadas asignaturas a medida que aumenta la edad, coincidiendo así con otras investigaciones (Murphy y Beggs; 2003, Vázquez y Manassero, 2011). Al pasar a secundaria las emociones negativas hacia las áreas STEM aumentan significativamente con respecto a primaria y disminuyen notoriamente las emociones positivas en el alumnado. Si interpretamos estos resultados en función de las evidencias aportadas en otros estudios (Marbà-Tallada y Márquez, 2010), podríamos entender que la disminución de emociones positivas al finalizar la etapa de primaria, se deben en gran parte al aumento en la complejidad de los contenidos, aunque los contenidos relacionados con las ciencias de la naturaleza generan actitudes más favorables (George, 2006). Asimismo, los resultados obtenidos están en la línea de otros estudios que concluyen que la actividad experimental es una manera de aprender y motivar a los estudiantes (Martínez et al., 2018). La variable emocional mejora cuando las sesiones expositivas se complementan con actividades experimentales y

manipulativas, e incluso se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en su valoración frente a las actividades tradicionales, a favor de las primeras.

Por otro lado, se concluye que las dificultades competenciales y falta de interés mostradas por parte del maestro en formación hacia las áreas STEM pueden atribuirse a una experiencia negativa durante su etapa en secundaria (Watters y Ginns, 1995). Así, los niveles de autoeficacia impregnan las prácticas pedagógicas, desempeñando un papel clave en la formación profesional del futuro docente (Day y Leitch, 2001). Si los docentes exhiben una valoración negativa de su práctica docente, los mismos alumnos tendrán una valoración desfavorable (Hué, 2012).

Los resultados han mostrado que los estudiantes consideran que la aplicación de metodologías y estrategias innovadoras en el aula es imprescindible para lograr un aprendizaje significativo, pero los docentes en formación consideran más apropiadas las estrategias didácticas de naturaleza transmisora creyendo que aseguran un aprendizaje más efectivo. Estos resultados coinciden con diversos estudios (Mares, Guevara, Rueda, Rivas, y Rocha, 2004; Fernández y Tuset, 2008; Castro y Ramírez, 2013) que señalan que la mayoría de los maestros siguen utilizando estrategias de enseñanza tradicionales basadas en la transmisión de conocimientos y ejercicios rutinarios, existiendo una resistencia por parte de los maestros a sustituir estas prácticas educativas por formas de enseñar más innovadoras o activas. Coincidimos con otros autores que indican que actividades más activas, manipulativas y lúdicas actividades favorecen el aprendizaje científico-tecnológico y generan emociones positivas en el alumnado (Martínez et al., 2018) pues permiten al estudiante utilizar el entorno cotidiano para propiciar aprendizajes significativos. Inculcar una enseñanza práctica de las áreas STEM supone un reto para el profesorado en formación, debiéndose tener en cuenta las variables emocionales, actitudinales y de autoeficacia docente que muestra este colectivo ante las materias STEM. Si son conscientes de sus emociones, podrán autorregularlas, lo que les permitirá establecer prácticas de enseñanza que permitan al alumno de los diferentes niveles educativos potenciar sus competencias STEM desde las primeras etapas del sistema educativo.

Finalmente, reconocemos como una limitación de este trabajo el diseño del cuestionario, que, aunque ha resultado muy enriquecedor en diversos aspectos, ha evidenciado también ser insuficiente para analizar algunas cuestiones a fondo como por ejemplo las estrategias didácticas usadas realmente por los docentes en activo y su frecuencia de uso. Se presenta así una posible línea de investigación futura que vincule a los docentes en activo en este marco de investigación.

Agradecimientos

Proyecto de Investigación IB16068 y Ayuda GR18004 (Junta de Extremadura/Fondo Europeo de Desarrollo Regional). Proyecto EDU2016-77007-R (Agencia Estatal de Investigación / Fondo Europeo de Desarrollo Regional).

REFERENCIAS

- Alsop, S. y Watts, M. (2003). Science education and affect. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1043-1047.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Brígido M., Bermejo, M.L., Conde, M.C., y Mellado, V. (2010). The emotions in teaching and learning Nature Sciences and Physics/Chemistry in pre-service primary teachers. *US-China Education Review*, 7(12), 25-32.
- Bybee, R.W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Castro, A., y Ramírez, R. (2013). Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Amazonia Investiga*, 2(3), 30-53.
- Couso, D., Jiménez, M.P., López-Ruiz, J., Mans, C., Rodríguez, C., Rodríguez, J.M., y Sanmartí, N. (2011). *Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España*. Madrid: COSCE
- Dávila, M.A. Cañada, F., Sánchez, J., y Mellado, V. (2016). Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. *Educación Química*, 27, 217-225.
- Dávila, M.A., Borrachero, A.B., Cañada, F., Martínez, G., y Sánchez, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 550 -564.
- Davis, E.A., y Krajcik, J.S. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational Researcher*, 34(3), 3–14.
- Day, C., y Leitch, R. (2001). Teachers' and teacher educators' lives: the role of emotion. *Teaching and Teacher Education*, 17, 403–415.
- de Juanas, A., Martín del Pozo, R., y González, M. (2016). Competencias docentes para desarrollar la competencia científica en educación primaria. *Bordón*, 68(2), 103-120.
- Fernández, M.T., y 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.
- García-Molina, R. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8, 370-392.
- George, R. (2006). A cross-domain analysis of change in students' attitude towards science and attitudes about the utility of science. *International Journal of Science Education*, 28(6), 571-589.
- Hué, C. (2012). Bienestar docente y pensamiento emocional. *Revista Fuentes*, 12, 47-68.
- Marbà-Tallada, A., y Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 19–30, 2010.

- Mares, G., Guevara, Y., Rueda, E., Rivas, O., y Rocha, H. (2004). Análisis de las interacciones maestra-alumnos durante la enseñanza de las ciencias naturales en primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9(22), 721-745.
- Martínez, G., Naranjo, F.L., Mateos, M., y Sánchez, 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), 1-16.
- Martínez, G., Naranjo, F.L. y Mateos, M. (2018a). Design and development of STEM workshops to improve scientific/technological literacy in primary education. En *Proceedings of the INTED 2018* (pp. 2433-2439). Valencia: IATED.
- Mateos, M., Martínez, G., y Naranjo, F.L. (2018b). Analysis of emotions and methodological preferences in primary education students. En *Proceedings of the INTED 2018* (pp. 2440-2449). Valencia: IATED.
- Mellado, V., Borrachero, A.B., Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M.A., Cañada, F.,... Bermejo, M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Miller, K., Sonnert, G., y Sadler, P. (2018). The influence of students' participation in STEM competitions on their interest in STEM careers. *International Journal of Science Education*, 8(2), 95-114.
- Murphy, C., y Beggs, J. (2003). Children perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109-116.
- National Research Council (NRC) (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington, DC: The National Academies Press
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (2013). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can do. Student Performance in Mathematics, Reading and Science. Volume I*. Paris: OECD Publishing.
- Osborne, J., Simon, S., y Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079.
- Tobin, K. (2010). Reproducir y transformar la didáctica de las ciencias en un ambiente colaborativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 301–314.
- Van Aalderen-Smeets, S.I., Walma van der Molen, J.H., y Asma, L.J. (2012). Primary teachers' attitudes toward science: A new theoretical framework. *Science Education*, 96(1), 158-182.
- Vázquez, A., y Manassero, M.A. (2011). The decline of girls' and boys' attitudes toward science in compulsory education. *Ciência & Educação*, 17(2), 249-268.
- Watters, J.J., y Ginns, I.S. (1995). Origins of, and changes in, preservice teachers' science teaching self-efficacy. En National Association for Research in Science Teaching (Eds), *Annual Meeting of National Association for Research in Science Teaching* (pp. 22-25). San Francisco: NARST.
- Wilson, S.M. (2013). Professional development for science teachers. *Science*, 340(6130), 310–313.
- Zeldin, A.L., y Pajares, F. (2000). Against the odds: Self-efficacy beliefs of women in mathematical, scientific, and technological careers. *American Educational Research Journal*, 37, 215–246.

Recibido: 21 de abril de 2019

Recepción Modificaciones: 14 de mayo de 2019

Aceptado: 30 de julio de 2019