



## El cambio en las emociones de futuros maestros en la interacción con una enseñanza de las ciencias basada en indagación

- The Change in the Emotions of Future Teachers in the Interaction with an Inquiry-based Science Education
- A mudança nas emoções de futuros professores na interação com um ensino das ciências baseado em inquérito

### Resumen

En España se han diseñado e implementado diversos programas de intervención para la mejora de las competencias emocionales y el desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) de los maestros en formación inicial, los cuales mediante la indagación se comprometen en aspectos emocionales e intelectuales en el aprendizaje científico. En este artículo se analiza el cambio en las emociones hacia la metodología indagatoria en una asignatura de Didáctica de las Ciencias con intervención emocional, en el cual participaron 54 estudiantes matriculados en el Grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Huelva, España, quienes manifestaron en un cuestionario con escala tipo Likert su grado de acuerdo en la intensidad de siete emociones negativas y siete emociones positivas, antes, durante y después de la intervención; también, a través de observaciones de aula, narrativas, entrevistas a la formadora y a una profesora novel, se establecen las posibles causas del cambio. El tratamiento de los datos se basó en análisis descriptivo, análisis factorial exploratorio y pruebas no paramétricas, donde los resultados confirmaron el predominio de las emociones positivas en los tres momentos, pues se registra un incremento significativo en entusiasmo, satisfacción, interés, aceptación, tranquilidad, bienestar y asombro; también se identifica una disminución significativa en susto, temor y aburrimiento, donde el abordaje de una cuestión sociocientífica vinculada al contexto andaluz, la aplicación de estrategias de regulación y la salida al medio natural, potencian el cambio en las emociones.

### Palabras clave

emociones; conocimiento didáctico del contenido; indagación; maestros en formación

Diego Armando Retana-Alvarado\*  
María Ángeles de las Heras-Pérez\*\*  
Bartolomé Vázquez-Bernal\*\*\*  
Roque Jiménez-Pérez\*\*\*\*

\* Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales, profesor e investigador; coordinador de la Sección de Educación Primaria, Facultad de Educación, Universidad de Costa Rica, San José. [diegoarmando.retana@ucr.ac.cr](mailto:diegoarmando.retana@ucr.ac.cr). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9404-2070>.

\*\* Doctora en Botánica, profesora titular, Departamento de Didácticas Integradas, Universidad de Huelva, España. [angeles.delasheras@ddcc.uhu.es](mailto:angeles.delasheras@ddcc.uhu.es). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3640-8337>.

\*\*\* Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales, profesor asociado e investigador, Departamento de Didácticas Integradas, Universidad de Huelva, España. [bartolome.vazquez@ddcc.uhu.es](mailto:bartolome.vazquez@ddcc.uhu.es). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9120-5751>.

\*\*\*\* Doctor en Química Inorgánica, profesor catedrático e investigador, Universidad de Huelva, España. [rjimenez@ddcc.uhu.es](mailto:rjimenez@ddcc.uhu.es). Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7779-0061>.



## Abstract

In Spain, various interventions have been designed and implemented to improve emotional competencies and the development of Pedagogical Content Knowledge (PCK) in teachers in initial training. Through inquiry, they are emotionally and intellectually engaged in scientific learning. This article analyses the change in emotions towards the inquiry methodology in a Science Didactics subject with emotional intervention. Fifty-four students enrolled in the Degree of Primary Education at the University of Huelva, who manifested in a questionnaire with a Likert scale their degree of agreement in the intensity of seven negative emotions, before, during, and after the intervention. Also, through classroom observations, narratives, and interviews with the trainer and a new teacher, the possible causes of change are established. Data treatment was based on descriptive analysis, exploratory factor analysis, and non-parametric tests. The results confirm the predominance of positive emotions in the three moments. There is a significant increase in enthusiasm, satisfaction, interest, acceptance, tranquillity, well-being, and wonder, also a significant decrease in scare, fear, and boredom. The approach to a socioscientific issue linked to the Andalusian context, the application of regulation strategies and the field trip to the natural environment enhance the change in emotions.

## Keywords

emotions; inquiry; pedagogical content knowledge; teachers training

## Resumo

Na Espanha, foram concebidos e implementados vários programas de intervenção para melhorar as competências emocionais e o desenvolvimento do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) dos professores em formação inicial. Por meio da indagação, eles se tornam emocional e intelectualmente envolvidos no aprendizado científico. Neste artigo analisa-se a mudança nas emoções em direção à metodologia do inquérito em uma disciplina de Didática das Ciências com intervenção emocional. Participaram 54 alunos matriculados no Mestrado em Educação Básica da Universidade de Huelva, Espanha, que expressaram em um questionário com escala tipo Likert seu grau de concordância na intensidade de sete emoções negativas e sete emoções positivas, antes, durante e após a intervenção. Além disso, por meio de observações em sala de aula, narrativas, entrevistas com a formadora e a uma professora novel, as possíveis causas da mudança são estabelecidas. O tratamento dos dados baseou-se na análise descritiva, análise fatorial exploratória e testes não paramétricos. Os resultados confirmam o predomínio das emoções positivas nos três momentos. Registra-se um aumento significativo de entusiasmo, satisfação, interesse, aceitação, tranquilidade, bem-estar e admiração; também uma diminuição significativa do medo, temor e tédio. A abordagem de uma questão sócio-científica ligada ao contexto andaluz, a aplicação de estratégias de regulação e a saída para o meio natural potenciam a mudança nas emoções.

## Palavras-chave

emoções; conhecimento didático do conteúdo; indagação; professores em formação

## Introducción

En la didáctica de las ciencias experimentales se evidencia un consenso en relación con la tesis de que todo sistema racional posee un cimiento emocional. Todos los pensamientos y comportamientos están vinculados a emociones (Otero, 2006).

Las actitudes hacia la ciencia fueron el componente predominante del dominio afectivo en el currículo de la Educación Primaria en España desde la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE, 1990). Esta apoyaba la enseñanza de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales mediante un modelo didáctico constructivista que se acompañaba de diferentes áreas transversales; estrategias experimentales, colaborativas, motivadoras y metacognitivas; y evaluación formativa (Pro, 2006). Más adelante, en el 2006, se implementó la Ley Orgánica de Educación (LOE), que incluye la argumentación y las competencias científicas que promovían la contextualización de las ciencias y la formación inicial generalista de los maestros.

Con la incorporación de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE, 2014), se estableció el área de las Ciencias de la Naturaleza, en la que los estudiantes de Educación Primaria se inician en los procedimientos de la metodología científica por medio de un currículo basado en las competencias básicas en Ciencia y Tecnología. Esas competencias se presentan como clave para el desarrollo de los ciudadanos desde una perspectiva de alfabetización científica. La reforma en vigor propone la enseñanza basada en la ciencia cotidiana, en contraposición con una formación propedéutica.

En el marco de estas políticas educativas, la investigación sobre las emociones se

apoyó en las actitudes hacia la ciencia, en un contexto europeo que expone disminución en el interés de los jóvenes por los estudios científicos, asociada a una educación transmisiva, pues el profesorado evita estrategias basadas en la indagación, pues reconoce que ese modelo alternativo exige una comprensión de la ciencia de mayor complejidad (Rocard *et al.* 2007). En atención a esta carencia, se considera decisiva la presencia de los aspectos afectivo, actitudinal y emocional en la enseñanza de las ciencias, dado que las vocaciones pueden ser influidas significativamente por la orientación de la educación científica (Mellado *et al.*, 2014; Vázquez y Manassero, 2007).

En este sentido, de la producción española se desprende que la enseñanza basada en indagación permite paliar actitudes, emociones y concepciones negativas hacia las ciencias (Aguilera *et al.*, 2018). En la literatura internacional, se reconoce que es el tipo de actividad que se desarrolla en clase lo que involucra emocionalmente al alumnado, más que el contenido u objetivo seleccionado (King *et al.*, 2015).

En este artículo se analiza el cambio en las emociones de maestros en formación inicial hacia la metodología indagatoria en el transcurso de una intervención que incluye prácticas científicas auténticas acompañadas de estrategias de regulación emocional. También, a partir de la triangulación entre diversas fuentes se establecen las causas que explican el cambio.

## Antecedentes

El estudio de las emociones en la enseñanza de las ciencias ha evolucionado de forma sobresaliente en España durante la última década, gracias al desarrollo de tesis doctorales que se enmarcan en proyectos de investigación y desarrollo (I + D) y Seminarios de Investigación

interuniversitarios. Algunas de las aportaciones más relevantes para la formación del profesorado se exponen a continuación:

- Los docentes muestran emociones hacia el aprendizaje y la enseñanza de los contenidos científicos, producto del recuerdo de sus antecedentes escolares, con fuerte influencia en la futura docencia (Brígido *et al.*, 2013).
- Las emociones integradas con la historia personal y social de los profesores, sus creencias y representaciones configuran el conocimiento didáctico del contenido e influyen en sus decisiones durante la enseñanza (Melo *et al.*, 2017).
- El desarrollo de programas de intervención emocional facilita la superación de obstáculos, así como el cambio de las emociones frente a la metodología indagatoria y el clima de aula, mostrándose un incremento en la frecuencia e intensidad de las emociones positivas y una disminución de las emociones negativas (Dávila *et al.*, 2015; Retana-Alvarado *et al.*, 2018, 2019).
- Las metodologías activas en las clases de ciencias modulan las emociones y el aprendizaje, así que podrían evitar el descenso en la motivación en el transcurso de la escolarización (Ochoa de Alda *et al.*, 2019).

## La indagación en la enseñanza de las ciencias

La indagación se ha posicionado como un enfoque didáctico para la enseñanza de las ciencias desde la publicación de los Estándares Nacionales de Educación Científica de Estados Unidos (National Research Council, 2000) y ganó terreno en Europa debido a la publicación del informe de expertos de la Comisión Europea (Rocard *et al.*, 2007).

Couso (2014) y Romero-Ariza (2017) sostienen que este informe influyó en la financiación de proyectos europeos de investigación como Primas, Engage, Irresistible, entre otros que privilegian la metodología indagatoria. Asimismo, entre la comunidad académica internacional incrementó el número de investigaciones en torno a sus potencialidades y obstáculos.

Existe confusión y falta de consenso sobre lo que significa la indagación. Se encuentran muchas definiciones, interpretaciones, modalidades, propuestas e intervenciones didácticas bajo un mismo término (Couso, 2014; Osborne, 2014; Romero-Ariza, 2017).

El currículo estadounidense de enseñanza de las ciencias (NRC, 2000) define la indagación como una actividad multifacética que implica observación, planteamiento de preguntas, consulta de fuentes de información, uso de herramientas para análisis e interpretación de resultados, formulación de argumentos y comunicación. Estos procesos requieren del pensamiento crítico y la consideración de explicaciones alternativas.

De esta manera, el propósito de la indagación escolar en la enseñanza de las ciencias es contribuir a que los estudiantes comprendan los conocimientos científicos existentes que se derivan de la actividad científica. Por tanto, no debe confundirse con el objetivo de la ciencia, que es desarrollar nuevos conocimientos. Los estudiantes se enfrentan a cuestiones de orientación científica y priorizan pruebas que les permiten desarrollar y evaluar las explicaciones ante preguntas científicas. También, formulan explicaciones a partir de evidencias y las evalúan a la luz de explicaciones alternativas. Finalmente, las comunican y argumentan (Bevins y Price, 2016; Bybee, 2002).

En la misma línea, los Estándares de Ciencias de Nueva Generación de Estados Unidos (Next Generation Science Standards, NGSS) (2013) destacan la vinculación de la enseñanza de las ciencias con las prácticas epistémicas de ciencia e ingeniería desde educación primaria hasta secundaria. Esto permite a los profesores la creación de ambientes colaborativos para desarrollar investigación con sus estudiantes, quienes adquieren habilidades como resolución de problemas, colaboración y comunicación para su preparación universitaria y profesional en áreas STEM.

En los marcos de las definiciones anteriores, Crawford (2014) distingue tres significados: *indagación científica*, *aprendizaje por indagación* y *enseñanza indagatoria*. La primera consiste en la diversidad de maneras en que los científicos estudian la naturaleza. La segunda hace referencia al proceso que permite a los estudiantes aprender conocimientos científicos y sobre la naturaleza de la ciencia. Finalmente, se hace alusión a la didáctica que utilizan los profesores para comprometer a los estudiantes en la indagación.

De acuerdo con Couso (2014), en la literatura se identifican tres ideas clave respecto

al sentido que se le atribuye. En primer lugar, se concibe como un contenido por aprender o como destrezas de indagación, resaltando que en las clases ha predominado el abordaje de contenidos conceptuales sobre ciencia. Según la autora, esta perspectiva también enfatiza en habilidades procedimentales de tipo técnico manipulativo, tales como medir, utilizar adecuadamente instrumentos de laboratorio, diseño de prototipos, entre otras; y en conocimientos conceptuales sobre las prácticas que constituyen la investigación experimental.

En segundo lugar, la indagación se entiende como una actividad esencial del quehacer o la práctica científica desde un punto de vista epistémico y como contenido por aprender sobre ciencias, en un marco sociocultural y sociológico que permite el análisis de las interacciones en las clases (Jiménez-Aleixandre, 2012). En este sentido, el aprendizaje de las ciencias implica tomar parte en las prácticas científicas de construcción del conocimiento o prácticas epistémicas de la ciencia (Duschl y Jiménez-Aleixandre, 2012), las cuales son de naturaleza discursiva, experimental y analítica ante la toma de decisiones sobre cuestiones sociocientíficas. Dichas prácticas se clasifican en procesos de construcción, evaluación y comunicación del conocimiento (Kelly, 2008).

La indagación como práctica epistémica va más allá de la concepción empirista e ingenua que enfatiza en la observación y la experimentación. Lastimosamente, aún prevalece en los profesores quienes consideran el método científico como estrategia y práctica del quehacer científico. Según Windschitl *et al.* (2008) el método científico distorsiona la imagen de la ciencia, pues reduce la complejidad al ejecutarse pasos de manera lineal; es decir, se realiza un procedimiento y no la potenciación de una forma de pensamiento. Entonces, al alejarse el método científico de

la ciencia auténtica repercute en el aprendizaje de conceptos erróneos acerca de cómo se genera y valida el conocimiento científico.

En tercer lugar, la literatura se refiere a la indagación como una metodología para enseñar y aprender, bajo los términos *enseñanza de las ciencias como indagación* y *enseñanza de las ciencias centrada en la indagación*. En el ámbito internacional, esta metodología se conoce como *educación científica basada en la indagación*. Desde esta perspectiva, la metodología indagatoria está incluida dentro de un enfoque didáctico y no es catalogada como un contenido por aprender (Couso, 2014). Esta autora sostiene que, en este marco conceptual, la indagación se caracteriza por la promoción de prácticas científicas auténticas, cuyas actividades se organizan en un ciclo constituido por etapas, fases o momentos en los que se integra el contenido científico y el proceso. Estas actividades asumen un carácter motivador que permite involucrar intelectual y emocionalmente a los estudiantes en la resolución de los problemas. El profesor es un facilitador, que genera un clima de aula adecuado que permite a los estudiantes asumir un rol activo mientras interactúan colaborativamente.

Crawford (2014) sostiene que los docentes utilizan un modelo didáctico que facilita a los estudiantes el aprendizaje acerca de la indagación científica, así como el desarrollo de conceptos científicos y naturaleza de la ciencia por medio de un proceso indagatorio que comprende prácticas como formulación de preguntas, diseño de investigaciones, interpretación de datos, elaboración de argumentos, construcción de modelos y comunicación. De esta manera, los estudiantes aprenden a pensar científicamente. No se reduce a un enfoque algorítmico acerca de una secuencia de pasos relativamente sencillos; de lo contrario, restringiría la experiencia de una indagación auténtica (Bevins y Price, 2016).

Como resultado de la aplicación de intervenciones didácticas basadas en la metodología indagatoria, la literatura indica que las actividades guiadas por el docente muestran efectos moderados sobre el aprendizaje de conceptos científicos y el desarrollo de destrezas de indagación por parte de los estudiantes (Lazonder y Harmser, 2016), así como efectos medios derivados de actividades que combinan aspectos epistemológicos, procedimentales y sociales (Furtak et al., 2012). Aquellas actividades que promueven la argumentación basada en pruebas predicen positivamente la comprensión de las ideas científicas (Minner et al., 2010), y se obtienen mejores resultados cuando el docente facilita la metacognición y autorregulación del aprendizaje (Hattie, 2009).

## Metodología

### Problemas de investigación

En función de los antecedentes y la literatura científica se formulan las siguientes preguntas:

- ¿Cómo varían las emociones positivas y negativas hacia la metodología indagatoria en una asignatura de Didáctica de las Ciencias con intervención basada en la indagación? ¿Qué cambios se detectan en función del momento (antes, durante y después) de la intervención?
- ¿Cuáles son las causas que facilitan el cambio?

En virtud de ello, hipotetizamos que los maestros en formación inicial pueden manifestar emociones positivas con mayor intensidad en contraste con las negativas. El cambio puede asociarse con el planteamiento de una cuestión sociocientífica que exige un rol protagonista en la búsqueda de información, organización de evidencias, debate, reflexión crítica y empatía para la toma de decisiones. Con este fin se desarrolla un diseño mixto explicativo secuencial con un método descriptivo y etnográfico, pues permite la triangulación exhaustiva, complementariedad y credibilidad de los hallazgos, alcanza una visión holística de la realidad y hace afirmaciones más fuertes (Creswell, 2012).

## Características de la muestra

En este estudio se realizó un muestreo no probabilístico por accesibilidad (Bisquerra, 2014), cuya unidad muestral es el grupo T1 (54 estudiantes) de la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I correspondiente al grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Huelva, España. El criterio de selección responde al abordaje de la educación emocional e indagación que moviliza una profesora experta en botánica, didáctica de las ciencias y educación ambiental, con más de veinte años de experiencia docente e investigadora.

En cuanto al sexo, 33,0 % son varones y 67,0 % mujeres. Los participantes tienen media de edad de 22,16 años (D. T. = 4,10). De esta forma, 83,0 % posee edades que oscilan entre los 19 y los 23 años. Proceden de Huelva, Sevilla y Cádiz (España), Italia y Alemania. La mayoría ingresó a los estudios universitarios a través del bachillerato (89,0 %), cuyas modalidades más representadas son Ciencias Sociales y Humanidades (71,0 %), Ciencias de la Naturaleza y Salud (25,0 %).

## Intervención

Como expusimos en publicaciones previas (Retana-Alvarado *et al.*, 2018; 2019; 2020; 2021), el cambio de las emociones se promovió mediante una intervención indagatoria que se fundamenta en la cuestión sociocientífica sobre construcción de hoteles en un parque natural de España, un ecosistema dunar costero con enebros marítimos (*Juniperus oxycedrus*) críticamente amenazados. Las actividades se insertaron en un ciclo de aprendizaje constituido por cuatro fases: iniciación, exploración, reflexión y evaluación, las cuales se concretaron en siete sesiones de trabajo colaborativo. Actividades como lectura de noticias, salida de campo, recolección de pruebas científicas y juego de rol se complementaron con estrategias de regulación emocional como meditación en la playa y cápsulas informativas sobre el cerebro emocional.

## Instrumentos de recolección de datos

En primer lugar, se diseñó un cuestionario (véase el anexo) que indaga sobre las variables sociodemográficas (sexo, edad, procedencia y acceso a la universidad) e incluye una escala Likert de 5 puntos para registrar el grado de acuerdo sobre la intensidad de siete emociones negativas (susto, tensión, temor, enojo,

frustración, ira y rechazo) y siete emociones positivas (entusiasmo, satisfacción, interés, aceptación, tranquilidad, bienestar y asombro) frente a la metodología indagatoria.

En diversos estudios se ha confirmado que la fiabilidad aumenta cuando se utilizan de cinco a siete alternativas en la escala Likert (Matas, 2018). Más adelante, se comprobó fiabilidad satisfactoria con el estadístico alfa de Cronbach (tabla 1). Un estadístico alternativo es el omega de McDonald (McDonald, 1999), cuando ciertos condicionantes no se cumplen, entre ellos escalas Likert con menos de siete alternativas (Viladrich *et al.*, 2017), el cual proporcionó un valor de ,90, también muy robusto y algo superior al alfa de Cronbach.

Tabla 1. *Fiabilidad del cuestionario en función del tipo de emoción y el momento de la intervención*

Tipo de emoción	Antes	Durante	Después
Emociones negativas	0,92	0,79	0,89
Emociones positivas	0,85	0,77	0,84

La validez de constructo se comprobó mediante el análisis factorial exploratorio (tabla 2). Se determinan tres factores con una varianza acumulada que supera el 60 %. A partir de las puntuaciones factoriales de las matrices de componentes rotados, se obtuvo valores óptimos de varianza media extraída (VME) y fiabilidad compuesta (FC), por encima de los valores recomendados (VME = 0,50 y FC = 0,70) (Fornell y Larcker, 1981).

Tabla 2. *Validación de la escala Likert en función de la dimensión metodología indagatoria*

Dimensión	Correlaciones bivariadas	KMO	$\chi^2$	Identidad factores	varianza acumulada (%)	VME	FC
Metodología indagatoria	59	0,885	1151,6	Temor	62,3	0,51	0,94
				Entusiasmo			
				Tranquilidad			

Nota: KMO: Kaiser Meyer Olkin,  $\chi^2$ : chi cuadrado, VM: varianza media extraída, FC: fiabilidad compuesta.

El vaciado y análisis de los datos se realizó con el programa SPSS versión 20. Se hizo un análisis descriptivo para determinar las propiedades psicométricas de la escala en los tres momentos. Considerando que la muestra procede de una población con distribución no normal ( $p < 0,05$ ) se practicó la prueba H de Kruskal Wallis al 95 % de confianza para determinar si existen diferencias estadísticas según el momento. Los resultados se acompañan del cálculo de error tipo II ( $\beta$ ), potencia estadística y tamaño del efecto.

En segundo lugar, con el fin de triangular los resultados y establecer posibles causas del cambio, se desarrollaron otros instrumentos de primer y segundo orden, como guiones de entrevista semiestructura dirigidos a la formadora y una profesora novel (asistente en la asignatura), observaciones por parte del investigador, narrativas de los participantes y un sistema de categorías fundamentado en la literatura para el análisis de la reflexión de la formadora. Se muestran unidades de análisis que contribuyen a la interpretación de los hallazgos.

## Resultados y análisis

En las tablas 3 y 4 y la gráfica 1 sobresale la mayor intensidad de todas las emociones positivas, a diferencia de las negativas en el curso de la intervención. El estudio de Borrachero et al. (2017) revela resultados favorables en este sentido, aunque en el contexto de formación de profesorado de secundaria de Ciencias Experimentales y Matemáticas, en el que, tras un programa de intervención, las emociones que experimentan son positivas.

Tabla 3. Cambio de las emociones hacia la metodología indagatoria

Variable	Momento de la intervención					
	Antes		Durante		Después	
	M	D.T	M	D.T	M	D.T
Susto	2,11	1,22	1,30	0,77	1,58	0,93
Temor	2,32	1,27	1,33	0,67	1,49	0,90
Enojo	1,63	1,05	1,22	0,50	1,39	0,77
Tensión	2,11	1,14	1,50	0,95	1,85	1,11
Frustración	1,82	1,14	1,41	0,84	1,47	0,80
Aburrimiento	1,95	1,04	1,30	0,69	1,34	0,66
Rechazo	1,53	0,91	1,19	0,48	1,31	0,65
Entusiasmo	3,60	0,98	4,33	0,70	4,32	0,75
Satisfacción	3,56	0,91	4,31	0,86	4,34	0,73
Interés	3,96	0,73	4,46	0,64	4,34	0,73
Aceptación	3,67	0,76	4,30	0,69	4,20	0,83
Tranquilidad	3,33	0,99	3,87	1,01	3,85	0,94
Bienestar	3,44	0,96	4,22	0,79	4,10	0,92
Asombro	2,79	1,07	3,59	1,27	3,51	1,29

Fuente: Retana-Alvarado (2018).

Los resultados evidencian que la intensidad de todas las emociones negativas fue más alta antes de la intervención en comparación con los demás momentos, al comienzo, temor, tensión y susto registraron las intensidades más altas. Todas esas variables disminuyeron en el momento intermedio, y tensión y frustración fueron las que reportaron intensidades más altas. En esa transición, susto, temor, tensión y aburrimiento disminuyeron de manera significativa, aunque con pequeños tamaños de efecto.

Entonces, consideramos que esa merma puede relacionarse con el desarrollo de la técnica colaborativa la telaraña, que buscaba la expresión emocional, el establecimiento de las ideas clave sobre el ecosistema y la interacción social fuera del aula. La siguiente cita hace referencia a esta idea:

(Narrativa de estudiante: Macarena) Para dar el contenido de los ecosistemas teníamos que resolver las preguntas cerradas

para en clase ponerlas en común. Lo llevamos a cabo fuera del aula de una manera lúdica, innovadora y motivante. Con ello vemos cómo podemos aprender divirtiéndonos y conseguir que el aprendizaje sea significativo.

Siguiendo a Albe (2008) y Levinson (2006), creemos que la identificación de los aspectos controvertidos del problema a partir del análisis de la noticia, la salida al ecosistema y el acompañamiento mostrado por la formadora hacia los grupos de trabajo cuando debían utilizar pruebas para fundamentar argumentos coherentes con la posición y rol respectivos representan acciones que facilitaron la regulación de las interacciones afectivas y sociales en el clima de aula.

Ahora bien, todas las emociones negativas incrementaron en el último momento, especialmente tensión y susto, pero dicho cambio no es significativo. Hay que tener en cuenta que cuanto más controvertidos son los asuntos sociocientíficos, las emociones adquieren mayor relevancia al negociar una decisión en un contexto donde grupos antagónicos defienden explicaciones contradictorias. Por tanto, consideramos que los futuros maestros manifiestan un leve aumento de las emociones negativas en el juego de rol al defender un argumento que no necesariamente coincide con sus propias opiniones y valores. Esto parece coherente con lo que resaltan Evagorou *et al.* (2014) acerca de que pueden entrar en conflicto con sus creencias cuando se ven expuestos a la utilización de pruebas contradictorias para el debate sobre percepciones divergentes entre sí. Las siguientes unidades de análisis ejemplifican estas ideas:

(Entrevista a formadora: 1056-1061, TIEM) El obstáculo puede ser que, al ser un problema sociocientífico siempre hay controversia, controversia entre el desarrollo económico generalmente y la alteración del ecosistema en sí.

(Entrevista a formadora: 1086-1103, TIEM) Entonces, cuando tú les metes en ese choque hay mucha gente que tiene un rechazo emocional fuerte, eso nos ha pasado, no tanto en el tema, porque yo no recuerdo que este año hubiera nadie de Punta Umbría pero cuando hay alguien de allí saltan diciendo eso, bueno que vale, que el ecosistema está muy bien, pero que el desarrollo económico del pueblo pues podría haberse favorecido si esa acción se llevara a cabo y si tú eso lo estás diciendo desde sentirte poco privilegiado por pertenecer a un sector, imagínate, ahora mismo que está en paro o que su familia está pasando por un apuro económico y tú le estás dando a entender que prevalece lo natural frente a ese desarrollo, ahí se genera un choque fuerte.

Al comparar el antes y el después se aprecia una disminución de todas las emociones negativas, especialmente para susto, temor y aburrimiento, con poco efecto. El escaso cambio detectado en relación con la tensión es sugerente, aunque en la literatura ya se evidencia que es una emoción resistente al cambio en maestros en formación inicial; por consiguiente, constituye un obstáculo para el proceso de enseñanza-aprendizaje que podría transferirse a sus futuros estudiantes si no se corrige (Mellado *et al.*, 2014). El estudio de Retana-Alvarado *et al.*

(2018) revela resultados en este sentido, pero en relación con el clima de aula, en el que la tensión disminuyó de manera significativa en el transcurso de la intervención.

En cuanto a las emociones positivas, interés, aceptación y entusiasmo reportaron las intensidades más altas al comienzo. Seguidamente, hubo un incremento significativo de todas las emociones positivas de efectos medianos y altos. Sin embargo, todas esas emociones disminuyeron después de la intervención, siendo más evidente la merma en interés y bienestar. Suponemos que podría deberse a que las actividades de indagación implican un esfuerzo más amplio en la sistematización de información, identificación de pruebas, definición de argumentos convincentes para el debate, estructuración de las ideas científicas en un póster científico para su comunicación, reformulación de argumentos en función del cambio de rol, formulación de conclusiones, reflexión sobre los propósitos y características de las cuestiones sociocientíficas; por tanto, el estudiante debe salir de una zona de confort para asumir un mayor compromiso en las tareas.

(Entrevista a profesora novel, 31 de mayo de 2017): No todos los alumnos están preparados o les gusta esa metodología de enseñanza o aprendizaje activo. Para ellos es más cómodo que tú llegues a clases, des

tu rollo, escuchen y se van. La indagación implica un trabajo personal del alumno más amplio y quizá a todos no les gusta.

Es destacable que entre el antes y el después se evidenció un incremento de todas las emociones positivas, especialmente entusiasmo, satisfacción, interés, aceptación, bienestar y asombro con tamaños de efecto altos. Precisamente, es el tipo de estrategias lo que involucra afectivamente a los estudiantes (King *et al.*, 2015); en particular, la discusión y el debate en un entorno de aprendizaje interactivo, abierto y proactivo son buenas maneras de introducir emociones positivas académicas que pueden durar más tiempo (Chiang y Liu, 2013).

Del análisis descriptivo e inferencial se desprende que la intervención ocasionó una disminución significativa de las emociones negativas y un incremento significativo de las emociones positivas hacia la metodología indagatoria. El análisis de la reflexión de la formadora confirma que los contenidos científicos se trabajan desde el planteamiento de problemas vinculados al contexto cotidiano, mediante una metodología en la que los futuros maestros asumen un rol protagonista para la construcción de su propio aprendizaje, que posiblemente difiere de la metodología transmisiva predominante en sus etapas formativas previas.

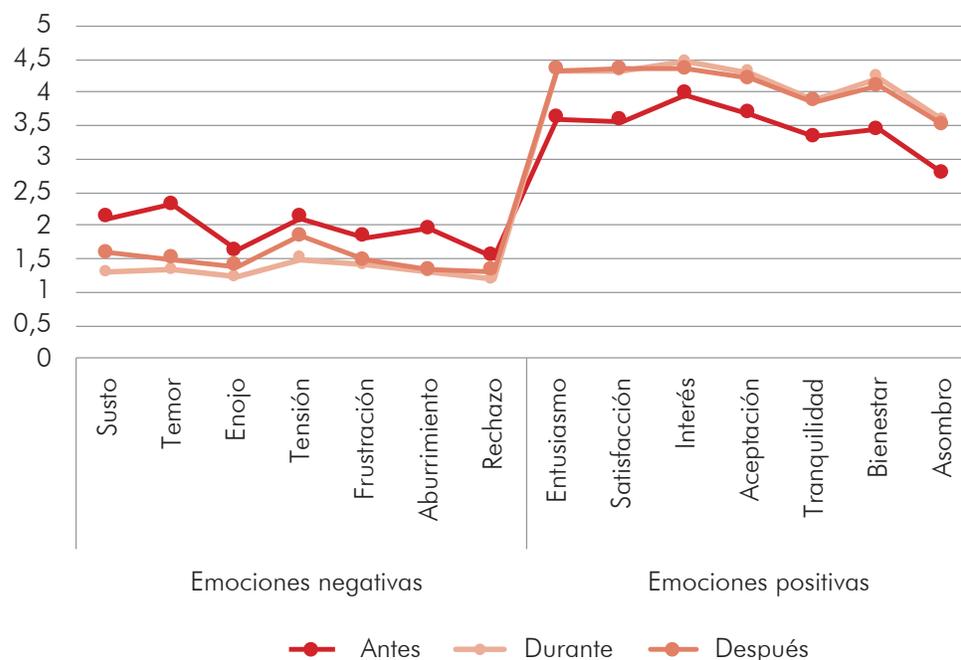


Figura 1. Cambio de las emociones hacia la metodología indagatoria

“(Entrevista a formadora: 155-159, PEPM) Los alumnos al principio llegan un poco perdidos cuando empezamos a trabajar una metodología totalmente diferente a la que están acostumbrados”.

Para subsanar esta dificultad, como se deduce de la observación del investigador, la formadora introduce cápsulas informativas sobre el cerebro emocional en su discurso, haciendo hincapié en las sinapsis neuronales que se generan ante experiencias nuevas, con el fin de motivar a los futuros maestros a embarcarse en el aprendizaje de una metodología alternativa que requiere desprenderse del miedo para ganar seguridad. En virtud de ello, Ritchie *et al.* (2013) indican que los maestros a menudo tienen dificultad para implementar actividades basadas en la indagación, lo que conduce a que se exacerben las emociones negativas. En consecuencia, como sostienen Liang y Richardson (2009), si en la formación inicial no se consigue que se sientan confiados con esta metodología, estarán poco familiarizados e incómodos cuando comiencen a desarrollar su labor profesional.

“(Registro de observación 7: 19 de octubre de 2016) ¿Sabéis lo que significa salir de la zona de confort?, ¿Sabéis por qué es importante salir de la zona de confort? Es enfrentarte a experiencias distintas. Esas cuestiones son importantes para el cerebro. Eso facilita la sinapsis de las neuronas. Es interesante que sometamos al cerebro a zonas nuevas, eso evita el envejecimiento de nuestras neuronas. También, debemos liberarnos de los miedos que tenemos”.

Tabla 4. Prueba no paramétrica H de Kruskal Wallis para las emociones positivas y negativas hacia la metodología indagatoria en función de los momentos de la intervención

Variable	Muestra 1-Muestra 2	$\chi^2$	U	p	$\beta$	P	TE
Susto	Antes-Durante	33,9	858,5	0,000*	,90	99,1	0,29
	Antes-Después	19,1	1103,5	0,043*	19,6	80,4	0,38
	Durante-Después	-14,7	1733,0	0,178	48,8	51,2	0,59
Temor	Antes-Durante	36,5	815,0	0,000*	0,10	99,9	0,28
	Antes-Después	29,2	919,0	0,001*	1,00	99,0	0,32
	Durante-Después	-7,35	1604,5	1,00	76,6	23,4	0,55
Enojo	Antes-Durante	-	1200,0	-	15,0	85,0	0,41
	Antes-Después	-	1310,5	-	51,5	48,5	0,45
	Durante-Después	-	1578,0	-	64,6	35,4	0,54
Tensión	Antes-Durante	25,5	1009,0	0,005*	10,8	89,2	0,35
	Antes-Después	10,8	1253,0	0,557	61,4	38,6	0,43
	Durante-Después	-14,7	1734,0	0,212	53,5	46,5	0,59
Frustración	Antes-Durante	18,2	1135,5	0,052	26,7	73,3	0,39
	Antes-Después	12,9	1220,0	0,274	33,0	67,0	0,42
	Durante-Después	-5,31	1559,0	1,000	90,6	9,40	0,53
Aburrimiento	Antes-Durante	34,1	859,0	0,000*	0,07	99,3	0,29
	Antes-Después	31,6	875,5	0,000*	0,40	99,6	0,30
	Durante-Después	-2,53	1518,0	1,00	94,7	5,30	0,52
Rechazo	Antes-Durante	-	1200,0	-	23,5	76,5	0,41
	Antes-Después	-	1304,0	-	57,2	42,8	0,45
	Durante-Después	-	1567,0	-	73,5	26,5	0,54
Entusiasmo	Antes-Durante	-34,9	2085,5	0,000*	0,20	99,8	0,72
	Antes-Después	-33,4	2059,5	0,000*	0,60	99,4	0,71
	Durante-Después	1,48	1431,0	1,00	92,3	7,70	0,49
Satisfacción	Antes-Durante	-39,2	2149,0	0,000*	0,20	99,8	0,74
	Antes-Después	-39,2	2178,5	0,000*	0,00	100,0	0,75
	Durante-Después	0,028	1442,5	1,00	91,6	8,40	0,49
Interés	Antes-Durante	-29,1	1987,0	0,001*	1,80	98,2	0,68
	Antes-Después	-20,5	1823,0	0,040*	20,5	79,5	0,63
	Durante-Después	8,59	1308,0	,899	69,1	30,9	0,45
Aceptación	Antes-Durante	-34,5	2090,0	0,000*	0,20	99,8	0,72
	Antes-Después	-28,1	1953,0	0,002*	5,30	94,7	0,67
	Durante-Después	6,40	1353,5	1,00	77,4	22,6	0,46
Tranquilidad	Antes-Durante	-22,3	1853,5	0,029*	17,2	82,8	0,64
	Antes-Después	-19,3	1810,5	0,075	19,3	80,7	0,62
	Durante-Después	3,00	1398,5	1,00	92,3	7,70	0,48
Bienestar	Antes-Durante	-34,5	2079,0	0,000*	0,20	99,8	0,71
	Antes-Después	-29,1	1981,0	0,002*	3,10	96,9	0,68
	Durante-Después	5,37	1362,0	1,00	80,1	19,9	0,47
Asombro	Antes-Durante	-34,5	2026,5	0,000*	3,10	96,9	0,69
	Antes-Después	-29,1	1897,5	0,002*	11,5	88,5	0,65
	Durante-Después	5,37	1371,5	1,00	86,9	13,1	0,47

\*p < 0,05

Fuente: Retana-Alvarado (2018).

También, esta metodología considera los intereses de los estudiantes, lo que permite una mejor comprensión de los contenidos, como se evidencia en las siguientes citas:

(Entrevista a formadora: 525-527) Siempre el trabajar por indagación te puede llegar por los intereses del alumno hacia unas metas.

(Entrevista a profesora novel, 31 de mayo de 2017) Para los alumnos es la mejor manera de asimilar los contenidos.

Al hilo de lo anterior, se utiliza el error como base para la construcción de los tópicos; esto posibilita el reconocimiento del nivel inicial de las ideas alternativas para hacerlas progresar a niveles de referencia, en congruencia con las ideas científicas. Por consiguiente, el error no es la excusa para el castigo, sino la oportunidad de crecimiento y mejora emocional. Esta razón coincide con el estudio de Pipitone *et al.* (2018) que sostiene la utilización del error como la posibilidad para incrementar la seguridad personal.

(Entrevista a profesora novel, 31 de mayo de 2017) El alumno construye sus conocimientos, se parte desde el error. La investigación es así, aprender sobre los errores, realizar una prueba u otra.

(Narrativa de estudiante: Isaac) Ha sido especialmente llamativo para mí el trabajar desde el error (en este caso, desde las ideas alternativas) y desde ahí, construir el nuevo conocimiento. Creo que esto es especialmente efectivo, además de interesante, porque ayuda a naturalizar el error, sacándolo a flote desde el primer momento.

A la luz de los resultados, se aprecia una disminución considerable de las emociones negativas y un incremento significativo de todas las emociones positivas durante la visita al paraje natural Enebrales de Punta Umbría. Por consiguiente, sostenemos que la utilización de salidas al medio natural como recurso didáctico en el estudio del ecosistema contribuye a la construcción de su propio conocimiento, el desarrollo de habilidades de indagación como observación y sistematización de información, asimismo la manifestación de emociones positivas y actitudes hacia la conservación del medio ambiente.

“(Entrevista a formadora: 299-306, CEPR/CDES) En otras ocasiones pues una salida al patio para recolectar información o puede ser algún visionado de un documental que sea para nosotros respuesta a esas cuestiones, pues intentamos que ellos vayan elaborando su propio material, que debe ser su propio conocimiento”.

“(Entrevista a formadora: 1038-1047, CSOC) Entonces el hecho de que estén allí, estén observando lo que hay y tú los pongas en la tesitura de que aquello puede desaparecer por una cuestión como el problema que les planteamos, yo creo que les hace sentirse más parte del ecosistema en sí y valorarlo más al estar observándolo y viendo la realidad, yo creo que eso les hace verlo como algo que no se puede alterar”.

“(Narrativa de estudiante: Soraya) Hay que destacar también la salida que hicimos al Paraje Natural de los Enebrales, ya que supuso una nueva experiencia de clase y también a nivel formativo, trasladando la sesión a un lugar natural y donde todos los alumnos hemos podido participar, siendo también una salida de convivencia, aunque me hubiera gustado más salidas, ya que nos permite desconectar de las monotonías de las aulas”.

Estos hallazgos parecen congruentes con los resultados positivos en la dimensión afectiva que se presentan en el estudio de Fernández *et al.* (2018), pero en el contexto de geología en bachillerato, donde una intervención con salida al medio natural y actividades prácticas provocó una mejora de las emociones positivas sobre las negativas de los estudiantes. Para los maestros en formación inicial, las salidas suponen una mejora en el dominio afectivo y cognitivo (Costillo *et al.*, 2018). El estudio de revisión sistemática presentado por Aguilera (2018) confirma la preferencia de la salida de campo como recurso didáctico para la enseñanza de la Biología y Geología, cuyo contexto más frecuente es el medio natural que aporta beneficios en aspectos motivacionales, afectivos y cognitivos.

En resumen, las razones que sustentan el cambio emocional favorable podrían corresponder a la propia naturaleza de la metodología indagatoria, que incorpora un problema sociocientífico personalmente relevante, emocionante, vinculado a los intereses y al contexto cotidiano de los futuros maestros para el aprendizaje de los contenidos científicos. La utilización del error como punto de partida y las estrategias de regulación emocional, como cápsulas informativas acerca de las conexiones nerviosas que se estimulan ante nuevas experiencias, representan facilitadores para que vivencien una metodología alternati-

va que les permita incrementar su seguridad y confianza, de cara a su futura implementación en la práctica de aula. En definitiva, la salida al medio natural contribuye en la mejora de las emociones positivas durante la intervención; momento clave para el reconocimiento, la recolección de evidencias científicas y la puesta en valor del ecosistema.

## Conclusiones

En relación con la metodología indagatoria, entre el antes y el durante se reporta un incremento significativo para entusiasmo, satisfacción, interés, aceptación, tranquilidad, bienestar y asombro. Entre el durante y el después se ha detectado una disminución en todas las emociones positivas. Entre el antes y el después hay un incremento en todas las emociones positivas; dicho cambio es significativo para entusiasmo, satisfacción, interés, aceptación, bienestar y asombro.

Por otro lado, entre el antes y el después se registra una disminución de todas las emociones negativas, que resulta significativa para susto, temor y aburrimiento. Entre el durante y el después se detecta un incremento en todas. Finalmente, entre el antes y el después hay una merma en todas las variables, que resulta significativa para susto, temor y aburrimiento. También, Tomas *et al.* (2016) hallaron que los estudiantes alcanzan la regulación de emociones negativas como frustración e ira mientras trabajan juntos para completar un proyecto de indagación basado en cuestiones sociocientíficas.

El cambio de las emociones está determinado por el tipo de actividades y los objetivos que estas persiguen. En concreto, las actividades indagatorias y la forma en que se llevan a cabo en el aula contribuyen a la producción de emociones positivas intensas y

en el recuerdo a largo plazo que estimulan el compromiso y el interés en ciencia (King *et al.*, 2015).

En primer lugar, se parte del error para facilitar la progresión del aprendizaje hacia niveles de referencia, en coherencia con las ideas científicas y el carácter emancipador que caracteriza a la reflexión crítica. En segundo lugar, se analiza una cuestión controvertida vinculada directamente al contexto de los estudiantes, quienes a partir de la lectura de una noticia identifican los sujetos involucrados en el asunto sociocientífico, sus intereses y motivos en la defensa o explotación del ecosistema. En tercer lugar, la salida al medio natural favorece la expresión emocional, convivencia, relajación e incorporación de conceptos, actitudes y procedimientos como la recolección de pruebas científicas. En cuarto lugar, siguiendo a Garritz (2010) y las observaciones del investigador, conforme avanzaba la intervención, los estudiantes respondieron a cuestiones de mayor complejidad que implican la evaluación de argumentos planteados por colectivos con posiciones divergentes, la conexión con aspectos éticos, la identificación de quién se beneficia o pierde y la reflexión sobre si la decisión contribuye o no a la conservación ambiental; en el marco de una discusión empática, abierta e interactiva, moderada por ellos mismos.

En quinto lugar, como se deriva de la observación participante, la formadora regula la actividad emocional continuamente a través del acompañamiento mostrado a los grupos de trabajo, resolviendo dudas e incorporando cápsulas informativas sobre las sinapsis neuronales a su discurso. En consecuencia, les motiva a salir de una zona de confort para enfrentarse a una metodología que apenas están aprendiendo. Este aspecto es relevante en la formación inicial de cara a la futura implementación de la indagación, ya que como afirman Hagenauer y Volet (2014), los maestros principiantes suelen experimentar inseguridad, preocupación y ansiedad en la enseñanza. En este sentido, Jiménez-Pérez y Wamba (2004) sostienen que los profesores noveles experimentan inseguridad debido a un método donde no todo está previsto.

En este estudio también reconocemos algunas limitaciones que pretendemos superar en futuras investigaciones. Por ejemplo, la muestra utilizada fue seleccionada de manera incidental y por conveniencia, focalizándose en los estudiantes matriculados en el grupo T1 de la asignatura, impartida por una profesora investigadora, quien es experta en Didáctica de las Ciencias con experiencia en educación emocional. Al comenzar la investigación se pretendía analizar el cambio de las emociones considerando la participación de los cuatro grupos de la asignatura, pero no fue posible porque las intervenciones en los otros grupos las hicieron dos profesores noveles en distintos momentos, incluso un grupo empezó a tomar la asignatura tres semanas después del inicio del curso. Por tanto, dado el pequeño tamaño de la muestra, no pretendemos generalizar los resultados, sino describir la complejidad del cambio emocional para ese contexto particular e inferir implicaciones a partir de una práctica que

regula las emociones para el establecimiento de un clima apropiado.

También, en relación con el cuestionario, solicitamos a los estudiantes que señalaran el número de su Tarjeta Universitaria con el propósito de realizar el seguimiento anónimo del cambio de las emociones para cada participante y entrevistar algunos casos particulares, a fin de indagar de manera más precisa sobre las causas relacionadas con dicha variación; sin embargo, no fue posible porque la mayoría no aportó esa información. Por consiguiente, usando una aplicación se podría generar una lista con secuencias aleatorias constituidas por letras y números, de tal manera que el investigador proporcione un código a cada participante y asegure la confidencialidad de los datos desde el comienzo de la administración de los instrumentos.

Finalmente, las perspectivas de continuidad se centran en profundizar sobre el perfil afectivo-profesional, las causas del cambio y los obstáculos que presentan los futuros maestros a partir del análisis de todas las narrativas, así como la realización de un estudio sobre el cambio en la percepción de la profesora novel respecto a la indagación. A manera de síntesis, es conveniente enfatizar que la indagación implica la vinculación entre contenidos, procedimientos, actitudes, motivaciones y emociones, de tal manera que los estudiantes alcancen el aprendizaje en contextos auténticos donde se acerque la ciencia escolar a los problemas reales que acontecen en la cotidianidad.

## Referencias

- Aguilera, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias: Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3103.
- Aguilera, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, Á., Williams-Pinto, L., Vilchez-González, J. M. y Perales-Palacios, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 381, 259-284. 10.4438/1988-592X-RE-2017-381-388.
- Albe, V. (2008). When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: Students argumentation in group discussions on a socio-scientific issue. *Research in Science Education*, 38, 67-90.
- Bevins, S. y Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29.
- Bisquerra, R. (2014). *Metodología de la investigación educativa* (4.ª Ed.). La Muralla.
- Borrachero, A. B., Dávila-Acedo, M.ª A., Costillo, E. y Mellado, V. (2017). Las emociones del futuro profesorado de secundaria de ciencias y matemáticas, tras un programa de intervención. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 17-39.
- 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.
- Bybee, R. W. (2002). Scientific inquiry, student learning, and the science curriculum. En R. W. Bybee (Ed.), *Learning science and the science of learning* (pp. 25-35). NSTA Press.
- Chiang, W. W. y Liu, C. J. (2013). Scale of Academic Emotion in Science Education: Development and validation. *International Journal of Science Education*, 36(6), 908-928.
- Costillo, E., Esteban, R., Cárdenas, J., Melo, L., Corbacho, I. y Borrachero, A. B. (2018).

Dimensiones educativas del alumnado sobre las que inciden las salidas al medio natural según los profesores en formación, ¿varían según la etapa o el sexo de estos? En C. Martínez Losada y S. García Barros (Eds.), *28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: Iluminando el cambio educativo* (pp. 487-491). Universidade da Coruña, Servicio de Publicaciones.

Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: Una reflexión crítica. En M. Á. de las Heras, A. Lorca, B. Vázquez-Bernal, A. M. Wamba y R. Jiménez-Pérez (Eds.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante* (Actas de los 26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales). Universidad de Huelva.

Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. En N. G. Lederman, S. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (vol. 2) (pp. 515-599). Routledge.

Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4.ª Ed.). Pearson.

Dávila-Acedo, M.ª 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.

Duschl, R. A. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2012). Epistemic foundations for conceptual change. En S. M. Carver y J. Shrager (Eds.), *The journey from child to scientist: Integrating cognitive development and the education sciences* (pp. 245-262). American Psychological Association.

Evagorou, M., Albe, V., Angelides, P., Couso, D., Chirlesan, G., Evans, R. H., Dillon, J., Garrido, A., Guven, D., Mugaloglu, E. y Nielsen, J. A. (2014). Preparing preservice science teachers to teach socio-scientific (SSI) argumentation. *Science Teacher Education*, 69, 39-48.

Fernández, I., Costillo, E. y Conde, C. (2018). Efecto de las salidas al medio natural sobre las emociones en la Didáctica de la Geología. IV Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Vigo.

Fornell, C. y Larcker, D. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. y Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329.

Garriz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 315-326.

Hagenauer, G. y Volet, S. (2014). ‘I don’t think I could, you know, just teach without any emotion’: Exploring the nature and origin of university teachers’ emotions. *Research Papers in Education*, 29(2), 240-262.

- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement* (2.ª Ed.). Routledge.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2012). Las prácticas científicas en la investigación y en la clase de ciencias. En J. M. Domínguez (Ed.), *Actas xxv Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 9-14). Asociación de Profesores e Investigadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales (Ápice).
- Jiménez-Pérez, R. y Wamba, A. M. (2004). ¿Podemos construir un modelo de profesor que sirva de referencia para la formación de profesores en didáctica de las ciencias experimentales? *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del profesorado*, 8(1), p. 0.
- Kelly, G. J. (2008). Inquiry, activity, and epistemic practice. En R. A. Duschl y R. E. Grandy (Eds.), *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation* (pp. 99-117). Sense Publishers.
- King, D., Ritchie, S., Sandhu M., y Henderson, S. (2015). Emotionally intense science activities. *International Journal of Science Education*, 37(12), 1886-1914.
- Lazonder, A. W. y Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning effects of guidance. *Review of Educational Research*, 20(10), 1-38.
- Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201-1224.
- Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo. boe, 238, 28927-28942.
- Liang, L. L. y Richardson, G. M. (2009). Enhancing prospective teachers' science teaching efficacy beliefs through scaffolded, student-directed inquiry. *Journal of Elementary Science Education*, 21, 51-66.
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 38-47.
- McDonald, R. P. (1999). *Test theory: A unified treatment*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila-Acedo, M.ª A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Melo, L. V., Cañada, F. y Mellado, V. (2017). Exploring the emotions in Pedagogical Content Knowledge about the electric field. *International Journal of Science Education*, 39(8), 1025-1044.
- Minner, D., Levy, A. y Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction: What is it and does it matter? Results from a research synthesis year 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 474-496.
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards. A guide for teaching and learning*. National Academy Press.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards. For States by States*. The National Academies Press.
- Ochoa de Alda, J. A. G., Marcos-Merino, J. M., Méndez Gómez, F. J., Mellado Jiménez, V. y Esteban Gallego, M. R. (2019). Emociones académicas y aprendizaje de biología, una asociación duradera. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 43-61.

- Osborne, J. (2014). Scientific practices and inquiry in the science classroom. En N. G. Lederman y S. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (vol. 2) (pp. 579-599). Routledge.
- Otero, M. R. (2006). Emociones, sentimientos y razonamientos en didáctica de las ciencias. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 1(1), 24-53.
- Pipitone, C., Guitart, J., Agudelo, C. y García, Á. (2019). Favoreciendo el cambio emocional positivo hacia las ciencias en la formación inicial del profesorado. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3(1), 41-54. 10.17979/arec.2019.3.1.4608
- Pro, A. (2006). Perfil de la "Reforma LOGSE" y el perfil de uso: Los fundamentos de los proyectos curriculares de Física y Química en centros de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), 337-356.
- Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. *BOE*, 52, 19349-19420.
- Retana-Alvarado, D. A. (2018). *El cambio en las emociones de maestros en formación inicial en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias basada en la indagación* [Tesis de doctorado, Universidad de Huelva].
- Retana Alvarado, D. A., de las Heras Pérez, M. Á. y Jiménez Pérez, R. (2020). ¿Puede influir una práctica docente emocional en el cambio de emociones del alumnado? Un estudio en la formación inicial de maestros. *Investigación en la Escuela*, 102, 16-31. <https://doi.org/10.12795/IE.2020.i102.02>.
- Retana-Alvarado, D. A., De las Heras-Pérez, M. Á., Vázquez-Bernal, B., y Jiménez-Pérez, R. (2018). El cambio en las emociones de maestros en formación inicial hacia el clima de aula en una intervención basada en investigación escolar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2602-2618.
- Retana-Alvarado, D. A., De las Heras-Pérez, M. Á., Vázquez-Bernal, B. y Jiménez-Pérez, R. (2019). ¿Cómo cambian las emociones en docentes en formación inicial al participar en un proyecto de indagación de aula? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3(2), 55-69.
- Retana Alvarado, D. A., Vázquez-Bernal, B., de las Heras Pérez, M. Á. y Jiménez Pérez, R. (2021). Las causas del cambio emocional en el clima de aula desde la hipótesis de la complejidad. *Revista Interdisciplinar Sulear*, 9, 170-190.
- Ritchie, S. M., Tobin, K., Sandhu, M., Sandhu, S., Henderson, S. y Roth, W. (2013). Emotional arousal of beginning physics teachers during extended experimental investigations. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 137-161.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe. Comisión Europea.

- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿Existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286-299.
- Tomas, L., Rigano, D. y Ritchie, S. (2016). Students' regulation of their emotions in a science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(2), 234-260.
- Vázquez-Alonso, Á. y Manassero-Mas, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 247-241.
- Viladrich, C., Angulo-Brunet, A. y Doval, E. (2017). Un viaje alrededor de alfa y omega para estimar la fiabilidad de consistencia interna. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 33(3), 755-782.
- Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92, 941-967.

### Referencias legislación española

- Ley Orgánica 01/1990, de Ordenación General del Sistema Educativo. (1990, 3 de octubre). *Boletín Oficial del Estado*, 4 de octubre de 1990, 238, 28927-28942. <https://www.boe.es/eli/es/lo/1990/10/03/1>.
- Ley Orgánica 02/2006, de Educación. (2006, 3 de mayo). *Boletín Oficial del Estado*, 4 de mayo de 2006, 106. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2006/05/03/2/con>.
- Ley Orgánica 8/2013, para la mejora de la calidad educativa. (2013, 9 de diciembre). *Boletín Oficial del Estado*, 10 de diciembre del 2013, 295.

### Forma de citar este artículo

Retana-Alvarado, D. A., de las Heras, M. Á., Vázquez-Bernal, B. y Jiménez-Pérez, R. (2023). El cambio en las emociones de futuros maestros en la interacción con una enseñanza de las ciencias basada en indagación. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (53), 139-161. <https://doi.org/10.17227/ted.num53-13772>

## Anexo

### Cuestionario de emociones hacia la metodología indagatoria

Este cuestionario forma parte de una investigación cuyo objetivo es mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Completa con bolígrafo de tinta azul o negra y responde con la mayor sinceridad. Asegúrate de que has respondido todas las preguntas. Muchas gracias por tu colaboración.

#### I Parte. Información general del estudiante

Responde los ítems marcando una equis (X) dentro del paréntesis correspondiente o indica la respuesta en el espacio que se te proporciona.

1. Sexo: ( ) Hombre ( ) Mujer
2. Edad: \_\_\_\_\_
3. Últimos cuatro números de tu carné universitario: \_\_\_\_\_
4. Grupo en el cual estás matriculado(a): \_\_\_\_\_
5. Acceso a la universidad: ( ) Bachillerato (pasa al ítem 6)  
( ) Formación profesional (pasa al ítem 7)  
( ) Prueba > 25 años
6. Modalidad de bachillerato:  
( ) Artes ( ) Ciencias de la Naturaleza y la Salud ( ) Tecnología ( ) Humanidades ( ) Ciencias Sociales
7. Modalidad de formación profesional: \_\_\_\_\_

#### II Parte. Emociones de estudiantes del grado en Maestro/a de Educación Primaria

Lee la lista de emociones que se exponen a continuación y consulta el glosario de emociones. Luego, rodea en un círculo el número que mejor describa la emoción que sientes frente a la metodología indagatoria. Asegúrate de marcar solamente un número para cada emoción. Los números están organizados según el grado de acuerdo de las emociones que manifiestas.

1. ¿Qué emociones sientes en relación con la metodología indagatoria?

Emociones	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Susto	1	2	3	4	5
Entusiasmo	1	2	3	4	5
Temor	1	2	3	4	5
Satisfacción	1	2	3	4	5
Enojo	1	2	3	4	5
Interés	1	2	3	4	5
Tensión	1	2	3	4	5
Aceptación	1	2	3	4	5

Emociones	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Frustración	1	2	3	4	5
Tranquilidad	1	2	3	4	5
Aburrimiento	1	2	3	4	5
Bienestar	1	2	3	4	5
Rechazo	1	2	3	4	5
Asombro	1	2	3	4	5