

## 9. Enseñanza indagatoria de los ecosistemas: una propuesta didáctica desde la gestión emocional

DIEGO ARMANDO RETANA ALVARADO

Universidad de Costa Rica, [diegoarmando.retana@ucr.ac.cr](mailto:diegoarmando.retana@ucr.ac.cr)

M.<sup>a</sup> ÁNGELES DE LAS HERAS PÉREZ

Universidad de Huelva, [angeles.delasheras@ddcc.uhu.es](mailto:angeles.delasheras@ddcc.uhu.es)

BARTOLOMÉ VÁZQUEZ-BERNAL

Universidad de Huelva, [bartolome.vazquez@ddcc.uhu.es](mailto:bartolome.vazquez@ddcc.uhu.es)

ROQUE JIMÉNEZ-PÉREZ

Universidad de Huelva, [rjimenez@ddcc.uhu.es](mailto:rjimenez@ddcc.uhu.es)

### 1. Introducción

En el ámbito escolar acontece un amplio espectro de experiencias afectivas que influyen en los procesos de enseñanza y gestión del clima de aula. Los profesores que intentan con frecuencia mantener un control riguroso de la disciplina, creen que, con una elevación del tono de su voz, la expresión facial de enfado y la estricta aplicación de normas de comportamiento será suficiente para que los estudiantes asuman conductas apropiadas que les dirija hacia la curiosidad y atención sobre los contenidos para alcanzar el aprendizaje. Precisamente, esas acciones del profesorado incrementan el daño en las emociones de los estudiantes y no les permite que se comprometan en el desarrollo satisfactorio de la clase.

En este sentido, el conocimiento acerca de cómo controlar las emociones propias y las de los otros es una necesidad en la formación inicial y el desarrollo profesional docente, ya que en la dinámica de aula, la regulación permite evitar emociones negativas y mejorar las emociones positivas (Fried, 2011), así como contribuir en los objetivos de la enseñanza y en el ajuste de las emociones acordes con la imagen idealizada de un maestro (Sutton, 2004).

La *regulación o gestión emocional* se entiende como la habilidad para controlar la experiencia y expresión de las emociones (Gross, 2002), de tal forma que exista una mejor adaptación. Para Fernández-Abascal (2009), es el conjunto de procesos intrínsecos o extrínsecos que se encargan de transformar las reacciones emocionales positivas y negativas, lo cual implica intentos conscientes o inconscientes de modificar esas reac-

ciones (Boekaerts, 2011; Ochsner y Gross, 2004). Estos propósitos suelen realizarse para disminuir la intensidad o duración de las emociones negativas conforme aumentan las emociones positivas (Pekrun, 2006).

Por esta razón, las personas intentan modular cómo se sienten. Dicha modificación de los procesos cognitivos es una estrategia de regulación emocional. La regulación de la emoción también le permite al individuo tener cierto control sobre su comportamiento (Melnick y Hinshaw, 2000). Por tanto, las tendencias a la acción pueden regularse, por ejemplo, modulando comportamientos mediante las expresiones faciales para disminuir o aumentar la comunicación de las emociones (Sutton y Harper, 2009).

En cambio, para Matthews, Zeidner y Roberts (2004), la regulación de las emociones requiere el reconocimiento y la comprensión de las propias emociones, la gestión mediante el empleo de estrategias particulares y su aplicación para alcanzar determinados objetivos. En este sentido, el empleo de estrategias de regulación emocional puede mantener el bienestar individual y mejorar el funcionamiento interpersonal (Gross y John, 2003).

La regulación de las emociones es necesaria desde la preparación de los niños a la escuela, ya que la investigación neurocientífica ha confirmado que las emociones asumen un rol fundamental en el aprendizaje. Los niños con habilidades regulatorias desarrolladas se concentran mejor, mantienen la atención y siguen las instrucciones de sus maestros (Djambazova-Popordanoska, 2016). Así, cuando surgen emociones negativas como frustración, ira, aburrimiento y vergüenza en la clase de ciencias, la regulación evita que los estudiantes abandonen las actividades de aprendizaje (Tomas *et al.*, 2016).

En la última década, ha habido un notable crecimiento en las investigaciones sobre las emociones en la enseñanza de las ciencias y en la formación inicial del profesorado. Se han destacado estudios enfocados en el diagnóstico y la regulación emocional en el aula a través de diversas intervenciones, incluidas estrategias metodológicas como el juego de rol para la gestión emocional en la resolución de cuestiones sociocientíficas.

Estas intervenciones buscan empoderar a los estudiantes para que tomen decisiones basadas en pruebas científicas sobre problemas sociales, desarrollando, así, habilidades de argumentación y autonomía (Zeidler, 2014). Todo ello se enmarca en un contexto que promueve el activismo, donde los estudiantes adoptan una postura comprometida como ciudadanos frente a los temas relacionados con la ciencia.

En este capítulo se presenta una propuesta de intervención indagatoria para trabajar el contenido científico *ecosistema* a partir de la gestión de las emociones. Se exponen los fundamentos didácticos, se justifica la con-

troversia sociocientífica, se presenta el diseño de la secuencia y algunos resultados de su implementación. Esta propuesta se realizó en el marco de una tesis doctoral que analizaba el cambio en las emociones de futuros maestros en la interacción con una enseñanza de las ciencias basada en la indagación de cuestiones sociocientíficas (Retana-Alvarado, 2018).

## 2. Marco teórico: revisión teórica y estado de la cuestión

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, 1996, 2000) y ganó terreno en Europa, debido a la publicación del informe de expertos *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe* (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, IRRESISTABLE, entre otros que priorizan la metodología indagatoria sobre las demás. Asimismo, entre la comunidad académica internacional incrementó el número de investigaciones en torno a sus potencialidades y obstáculos en la enseñanza, el aprendizaje, la formación inicial y el desarrollo profesional del profesorado.

Respecto a la *indagación*, existe confusión y falta de consenso sobre su significado, por lo cual se encuentran muchas definiciones, interpretaciones, modalidades, propuestas e intervenciones didácticas bajo un mismo término (Couso, 2014; Crawford, 2014; Ireland, Watters, Brownlee y Lupton, 2014; Osborne, 2014; Romero-Ariza, 2017).

El currículo americano de enseñanza de las ciencias (NRC, 1996) 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.

Asimismo, dichos estándares (NRC, 1996) conceptualizan la *indagación científica* como:

Las diversas maneras en las cuales los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en evidencias derivadas de su trabajo. La indagación también se refiere a las actividades de los estudiantes en las que desarrollan conocimiento y comprensión de las ideas científicas, así como una comprensión de cómo los científicos estudian el mundo natural. (p. 23)

Se observa claramente que 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.

En este sentido, los estudiantes se enfrentan a cuestiones de orientación científica, priorizan pruebas que les permite 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, comunican y argumentan sus explicaciones (Bevins y Price, 2016; Bybee, 2002; NRC, 2000).

En Estados Unidos, los Estándares de Ciencias de Nueva Generación (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 (Cunningham y Carlsen, 2014), permitiendo a los profesores la creación de ambientes colaborativos para desarrollar investigación con sus estudiantes quienes adquieren habilidades de investigación, resolución de problemas, colaboración y comunicación para su preparación universitaria y profesional en áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por su acrónimo en inglés), así como en otras disciplinas.

En los marcos de las definiciones anteriores, Crawford (2014) distingue tres significados respecto a la indagación en ciencias: 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 identifica tres ideas clave respecto al sentido que se le atribuye. En primer lugar, se concibe como un *contenido a aprender* o como *destrezas de indagación (inquiry skills)*, resaltando que en las clases ha predominado el abordaje de contenidos conceptuales sobre ciencia. 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 es comprendida como una actividad esencial del quehacer científico o *práctica científica* desde un punto de vista epistémico y como contenido a 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).

Además, las prácticas científicas auténticas se relacionan con competencias como identificación de cuestiones abordables por la ciencia y procedimientos de indagación, desarrollo de modelos científicos para explicación de fenómenos y construcción del conocimiento (modelización), así como uso de pruebas para evaluar dicho conocimiento (argumentación). En este sentido, las prácticas científicas resaltan la selección y el uso de pruebas para respaldar conclusiones, la construcción de modelos, asimismo el diseño y la planificación de indagaciones para la resolución de problemas en el laboratorio (Crujeiras y Jiménez-Aleixandre, 2012a, 2012b).

La indagación como práctica epistémica va más allá de la concepción empirista e ingenua que enfatiza sobre la observación y experimentación. Lastimosamente, aún prevalece en los profesores quienes consideran el método científico como estrategia de enseñanza y práctica común del quehacer científico. De acuerdo con Windschitl, Thompson y Braaten (2008), el método científico distorsiona la imagen de la ciencia, pues reduce la complejidad al ejecutarse un conjunto de 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.

Estos autores señalan que existe descontento respecto a la manera como se imparte el método científico en la enseñanza de las ciencias. Los profesores frecuentemente suministran preguntas cerradas a los estudiantes, cuyas respuestas se ubican en los libros de texto o el currículo. A través del método científico se promociona la experimentación directa como único método para la generación de datos; además, carece de argumentación y las conclusiones se basan en los datos mas no en la relación con el contenido conceptual que permitiría la sustentación de los resultados. Lastimosamente, el método científico aún forma parte de las concepciones y prácticas del profesorado, lo que ha llevado a la implementación de propuestas pobres y simplificadas de la indagación, especialmente en la Educación Primaria.

La indagación basada en modelos es una práctica científica auténtica que supera las debilidades del método científico. Es una forma de apren-

dizaje colaborativo que oscila entre teoría y evidencia; implica desarrollo, elaboración y evaluación de leyes científicas, modelos y teorías que permite predecir, controlar y explicar fenómenos (White, Frederiksen y Collins, 2009). Su propósito es probar una idea frente a observaciones en la realidad y evaluar la representación o modelo contra estándares de evidencia o prueba.

En otras palabras, la modelización representa una estrategia de generación y validación de nuevas ideas que facilitan la comprensión de la naturaleza de la ciencia. Esto le convierte en un marco de referencia idóneo acerca de las prácticas o indagaciones auténticas en la ciencia escolar que puede articularse epistemológicamente y permite el desarrollo de la competencia de modelización (Crawford, 2014; Osborne, 2014; Windschitl, Thompson y Braaten, 2008), lo cual demanda una relación más integrada con el contenido conceptual.

Además, los modelos se fundamentan en las cinco características del conocimiento científico: las ideas científicas son comprobables, revisables, explicativas, conjeturales y generativas. El ciclo indagatorio parte de una pregunta o problema, seguido de la formulación de una hipótesis y modelo tentativo, la creación del modelo, la evaluación de este contra estándares, la revisión y aplicación a nuevas situaciones (NRC, 2012; Windschitl, Thompson y Braaten, 2008).

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*. Esta metodología es conocida como *educación científica basada en la indagación* (*inquiry-based science education*, IBSE). Desde esta perspectiva, la metodología indagatoria está incluida dentro de un *enfoque didáctico* y no es catalogada como un contenido a aprender (Couso, 2014).

En el marco conceptual de IBSE, la indagación o investigación escolar 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. Asimismo, el profesor es un facilitador del proceso, genera un clima de aula adecuado que permite a los estudiantes asumir un rol activo mientras interactúan colaborativamente (Couso, 2014; Cañal, Pozuelos y Travé, 2005).

Con referencia a IBSE, 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 a través de un proceso indagatorio

que comprende 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 trata de un enfoque algorítmico o mecanicista basado en una simple secuencia de pasos; de lo contrario, se restringiría la experiencia de una indagación auténtica (Bevins y Price, 2016). Estos autores proponen un modelo integrador de indagación constituido por tres dimensiones interrelacionadas: conceptual, procedimental y personal. A continuación, se explican las dimensiones que conforman el modelo.

- La *dimensión conceptual* abarca el conocimiento científico (hechos, conceptos y teorías), que informa el pensamiento científico y permite la formulación de preguntas de investigación acerca de los fenómenos.
- La *dimensión procedimental* está relacionada con el conocimiento científico e incluye procedimientos y habilidades de investigación, como la identificación y control de variables, generación de hipótesis, experimentación, registro y análisis preciso de datos, gestión de evidencias, comunicación y trabajo en equipo.
- La *dimensión personal o afectiva* incluye la motivación intrínseca y extrínseca, así como los factores emocionales que impulsan la aplicación de conocimientos y procedimientos científicos para desarrollar un trabajo de investigación de manera dinámica. Esta dimensión incrementa la complejidad, ya que implica motivar a los estudiantes en el desarrollo de actividades, brindándoles estrategias para autorregular su aprendizaje, potenciar emociones positivas y hacer frente a emociones negativas.

Según los autores, el modelo de investigación 3D reconoce la interacción activa de las tres dimensiones, facilitando la reflexión y el protagonismo del estudiante, al enfatizar la motivación, autonomía y actitudes positivas hacia el interés en el estudio de la ciencia, así como la preferencia por carreras científicas, ofreciéndoles mayores oportunidades para alcanzar el aprendizaje.

Como resultado de la aplicación de intervenciones didácticas basadas en la metodología indagatoria, la literatura señala que las actividades guiadas por el docente muestran efectos moderados sobre el aprendizaje de conceptos científicos y el desarrollo de destrezas de indagación en los estudiantes (Lazonder y Harmser, 2016), así como efectos medios derivados de actividades que combinan aspectos epistemológicos, procedimentales y sociales (Furtak, Seidel, Iverson y Briggs, 2012).

Las actividades que promueven la argumentación basada en evidencias predicen positivamente la comprensión de las ideas científicas (Minner, Levy y Century, 2010), obteniéndose mejores resultados cuando el docente facilita la metacognición y la autorregulación del aprendizaje (Hattie, 2009).

En concreto, el tipo de actividades indagatorias y la forma en que se llevan a cabo en el aula contribuyen a generar emociones positivas intensas y al recuerdo a largo plazo de dichas estrategias, lo que fomenta el compromiso e interés en la ciencia (King *et al.*, 2015). En síntesis, es importante destacar que la indagación implica la vinculación entre contenidos científicos, procedimientos, actitudes, motivaciones y emociones, de modo que los estudiantes alcancen el aprendizaje en contextos auténticos, acercando la ciencia escolar a los problemas reales que ocurren en la vida cotidiana.

### **3. Descripción del contexto formativo**

La presente intervención surge y se desarrolla en el contexto de la docencia universitaria con estudiantes del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Huelva (España), durante el primer cuatrimestre del curso académico 2016-2017. La asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I (en adelante, CCN), en la que se llevó a cabo el estudio, es de carácter obligatorio y se imparte en el quinto cuatrimestre, correspondiente al tercer curso del plan de estudios. Esta asignatura está adscrita al Departamento de Didácticas Integradas, adaptada al Espacio Europeo de Educación Superior, y consta de 6 créditos ECTS (European Credit Transfer System), lo que equivale a 150 horas de trabajo, de las cuales 45 son lectivas.

La asignatura forma parte del módulo «Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Experimentales», que incluye otras materias como Didáctica de Ciencias de la Naturaleza II y Proyectos integrados para enseñar Conocimiento del Medio Natural en la Educación Primaria, las cuales se imparten en el 3.<sup>er</sup> y 4.<sup>o</sup> curso, respectivamente.

Los estudiantes participan en el proceso de aprender a enseñar mediante el desarrollo de conocimientos teóricos y prácticos relacionados con la disciplina escolar de Ciencias Naturales. El enfoque principal está en los objetivos de la enseñanza, contenidos científicos y didácticos, dificultades de aprendizaje, estrategias didácticas y de evaluación, abordados desde una perspectiva constructivista.

En la guía de la asignatura se detallan las competencias genéricas, transversales y específicas. Las competencias genéricas se centran en el

desarrollo del pensamiento crítico a través del trabajo colaborativo, lo que implica la utilización, gestión y análisis de diversas fuentes de información, así como la planificación y toma de decisiones fundamentadas en principios éticos. También se incluye la capacidad de elaborar discursos que faciliten la comunicación.

Las competencias transversales tienen como objetivo que los estudiantes adquieran habilidades de iniciación a la investigación, lo que implica el uso de tecnología, gestión de información y proyección en valores, entre otras. Las competencias específicas se enfocan en el conocimiento científico y didáctico para el diseño y aplicación de proyectos de innovación e investigación escolar, la resolución de problemas cotidianos y el aprendizaje sobre la enseñanza de las ciencias mediante la interacción entre la reflexión y la práctica, así como la regulación emocional.

Aunque el Espacio Europeo de Educación Superior promueve la inclusión de estas competencias en las programaciones didácticas de las asignaturas correspondientes a la titulación oficial del Grado de Educación Primaria, consideramos relevante incorporar y abordar de manera eminentemente práctica las competencias emocionales. Esto permite a los estudiantes experimentar bienestar en su dimensión personal y social, al mismo tiempo que alcanzan la madurez emocional mientras desarrollan las competencias docentes clave para la enseñanza.

La dinámica de las interacciones entre la formadora y los estudiantes se establecen a través de clases teóricas y prácticas dirigidas al gran grupo, en las que se utilizan estrategias como exposiciones, lecturas, ejemplificación y proyectos de investigación escolar basados en cuestiones sociocientíficas. Estas actividades incluyen la búsqueda de información, salidas a entornos naturales, argumentación y juegos de rol, entre otras.

Además, se llevan a cabo sesiones de trabajo colaborativo en pequeños grupos, bajo la supervisión de la formadora, en las que se abordan procesos experimentales, el análisis de recursos como libros de texto y el diseño de unidades didácticas basadas en la metodología indagatoria. A lo largo de estas sesiones, se integran transversalmente estrategias metacognitivas y metaemocionales para fomentar la educación emocional, al tiempo que se genera un clima de aula propicio para el aprendizaje y las interacciones socioafectivas.

En esta asignatura se desarrollan cuatro unidades didácticas básicas: a) «¿Por qué y para qué enseñar CCN?»; b) «¿Qué enseñar en CCN?»; c) «¿Cómo enseñar CCN?», d) «¿Cómo evaluar en CCN?». La primera unidad enfatiza las finalidades de la enseñanza, incluida la alfabetización científica, cuyo objetivo es que los ciudadanos adquieran conocimientos sobre la ciencia para comprender el mundo que les rodea y

asumir una posición crítica, fundamentada en evidencias científicas, frente a la resolución de problemas. También se estudian diversos tipos de conocimiento (científico, cotidiano y escolar), a partir de su finalidad, propósito, criterios de validación, procedimientos metodológicos y escenarios de construcción. Por último, se analiza la normativa andaluza que contempla el currículo básico de Educación Primaria, con especial énfasis en los contenidos, estrategias de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables correspondientes a la asignatura troncal de Ciencias de la Naturaleza en esta etapa educativa.

La segunda unidad abarca los contenidos disciplinares y didácticos para la enseñanza de las ciencias de manera integrada, destacando las concepciones, dificultades y obstáculos a los que los estudiantes se enfrentan en el aprendizaje de los contenidos escolares. Los contenidos científicos se dividen en tres bloques: diversidad de los seres vivos, salud y desarrollo personal, y ecosistemas y su conservación. Para cada bloque, los estudiantes completan previamente un cuestionario sobre los temas científicos que estudiaron en los ciclos formativos de Educación Secundaria Obligatoria (en adelante, ESO) y/o Bachillerato. En la tercera y cuarta unidad, se exploran modelos didácticos, estrategias y recursos, así como técnicas y criterios de evaluación.

En cuanto al sistema de evaluación, todos los estudiantes disponían de una carpeta en la plataforma virtual Moodle, en la que suben los informes de proyectos y todas las actividades desarrolladas en la asignatura. Al finalizar el curso, se realiza un examen, individual o grupal, para evaluar los contenidos científicos y didácticos. Los objetivos de la evaluación son diagnósticos, formativos y sumativos, considerando tanto la heteroevaluación como la autoevaluación, desde una perspectiva que regula el aprendizaje.

La formadora cuenta con una amplia experiencia docente en grados y posgrados en la Universidad de Huelva, donde forma parte del Departamento de Didácticas Integradas desde 2009. Su trayectoria se enfoca en el dominio afectivo en el aula y en el desarrollo profesional del profesorado. Participaron 54 estudiantes del grupo T1 en la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I, del Grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Huelva, durante el curso 2016-2017.

#### **4. Descripción y justificación de la controversia**

En el año 2000, el Ayuntamiento de Punta Umbría adjudicó a una empresa turística un proyecto que contemplaba la construcción de hoteles, un campo de golf y un complejo residencial. Este plan generó una con-

roversia significativa en diversos sectores sociales, ya que los terrenos involucrados están protegidos y pertenecen a una zona no urbanizable debido a su valor ecológico, paisajístico y recreativo. Los grupos ecologistas consideraron que el proyecto suponía un grave impacto ambiental y una forma de privatización de las playas. Por otro lado, la comunidad local se mostró dividida: algunos veían en la iniciativa una oportunidad para el desarrollo económico, mientras que otros se oponían debido a la falta de infraestructura suficiente para sostener el crecimiento turístico.

El área propuesta para el desarrollo del complejo urbanístico se encuentra en un ecosistema dunar de transición entre el medio marino y el terrestre, caracterizado por una rica biodiversidad. En este entorno, tanto la flora como la fauna han desarrollado una notable especialización, adaptándose a las condiciones extremas que afectan sus funciones vitales. Este frágil ecosistema es particularmente vulnerable a los factores humanos y ambientales, incluyendo los suelos arenosos con bajos niveles de nutrientes, la alta salinidad causada por el espray salino, el pH del suelo, los fuertes vientos marinos, la limitada disponibilidad de agua, las altas temperaturas y el constante movimiento de las arenas.

El Paraje Natural alberga comunidades densas de enebros costeros que presentan una baja cobertura vegetal, resultado del estrés ambiental (Muñoz y Hernández, 2001; 2004). El enebro marítimo (*Juniperus oxycedrus*), una conífera distribuida desde España hasta el norte de África (Marruecos, Argelia y Túnez) y el sur de Europa (España, Italia y Grecia), llega incluso hasta Oriente Próximo. En Andalucía, su área de distribución abarca desde Cartaya (Huelva) hasta Tarifa (Cádiz). Sin embargo, las poblaciones de esta especie han disminuido considerablemente debido a la tala, el avance urbanístico y la agricultura, lo que ha llevado a su inclusión tanto en el Catálogo Andaluz de Especies Vegetales Amenazadas como en el Catálogo Nacional, catalogándola como críticamente amenazada (Muñoz, 2004). Este ecosistema presenta cuatro áreas diferenciadas: dunas primarias y secundarias, un bosque mixto de enebros y sabinas, y bosques de pinos piñoneros.

## 5. Diseño y estructura de la propuesta

La secuencia titulada «Revelando secretos controvertidos en el Paraje Natural Enebrales de Punta Umbría» fue diseñada tomando como referencia las etapas de un proyecto de indagación o investigación escolar descritas por Cañal *et al.* (2005), con el fin de organizar las actividades de manera secuencial. El objetivo de esta propuesta es facilitar el desarrollo emocional de los estudiantes del Grado de Maestro de Educación

Primaria a través de estrategias basadas en la indagación, la autorregulación emocional y la interacción grupal. Se seleccionó este paraje natural como recurso didáctico por las siguientes razones:

- Permite trabajar a partir de preguntas y la explicación de fenómenos cotidianos (Martínez-Chico, Jiménez-Liso y López-Gay, 2014), así como el uso de contextos que pueden aumentar el interés del alumnado (Blanco, España y Rodríguez, 2012).
- Implica la observación y análisis de las características y componentes del ecosistema (Real Decreto, 126/2014), aparte de reconocer diversos factores que inciden en el equilibrio de dicho sistema.
- Facilita la organización de los seres vivos y el análisis de sus interacciones con el entorno.
- Incluye el reconocimiento de conceptos transversales como la energía y procesos químicos como la fotosíntesis y la respiración celular.
- Integra aspectos biológicos y sociales en la enseñanza y el aprendizaje sobre el ecosistema.
- Requiere una aproximación transversal, argumentación basada en evidencias científicas, razonamiento moral, reflexión sobre cuestiones éticas y desarrollo de empatía para abordar problemas sociocientíficos.
- Promueve la valorización del patrimonio natural de la provincia de Huelva.

El diseño se organizó en cuatro fases siguiendo un ciclo de aprendizaje: iniciación, búsqueda de información, estructuración y evaluación que incluye actividades como delimitación del problema, salida de campo, recolección de evidencias y juego de rol. También se buscaba generar un clima emocional adecuado mediante estrategias de autorregulación como metáforas, meditación y reflexión. La implementación se concretó en siete sesiones.

A continuación, se describen las actividades correspondientes a cada fase de la intervención:

### **Fase de introducción**

Se recabaron las ideas previas de los estudiantes sobre el ecosistema costero y se estudiaron conceptos científicos clave, tales como la noción de *sistema*, la clasificación de los seres vivos, los ecosistemas y sus componentes bióticos y abióticos, así como las relaciones tróficas. Además, se abordaron conocimientos didácticos relacionados con la naturaleza de la ciencia y la indagación (durante dos sesiones). Previamente, los estu-

diantes completaron una serie de preguntas cerradas en la plataforma virtual de la asignatura, con el objetivo de revisar los contenidos fundamentales que ya habían sido tratados en niveles educativos anteriores (Primaria, ESO y Bachillerato).

- ¿Un ecosistema costero es un sistema abierto o cerrado? ¿Qué características posee este ecosistema?
- ¿Cómo están relacionados los componentes que constituyen el ecosistema? ¿Esas interacciones son lineales, en redes o al azar?
- ¿Qué factores podrían alterar el equilibrio del ecosistema y de qué manera?
- ¿Cómo crees que se transfiere la materia y la energía en el ecosistema?

A continuación, los contenidos fueron trabajados fuera del aula utilizando una técnica colaborativa y de expresión emocional conocida como «La telaraña» (figura 1a). Los estudiantes formaron un círculo, y la docente, sosteniendo un ovillo de lana, hizo una pregunta antes de lanzarlo a uno de los estudiantes, quien debía responder. Luego, este estudiante lanzaba el ovillo a otro compañero, quien respondía la siguiente pregunta. Este proceso continuaba hasta que todos los participantes quedaban conectados en una red. El estudiante que sostenía el ovillo al final compartía las emociones que experimentaba y devolvía el ovillo a la persona que se lo entregó. Este ciclo se repetía hasta que el ovillo regresaba a quien lo lanzó originalmente. Durante la actividad, los estudiantes expresaron emociones positivas como alegría, felicidad, satisfacción, entusiasmo, diversión, curiosidad, bienestar, tranquilidad y paz, así como emociones negativas tales como angustia, agobio y vergüenza.

Antes de la intervención, se administró un cuestionario con el objetivo de diagnosticar las emociones de los estudiantes. Finalmente, como introducción al estudio del ecosistema, se les mostró un vídeo titulado *Paraje Natural Enebrales de Punta Umbría*, cuyo contenido es el siguiente:

Punta Umbría es el primer lugar de veraneo en la España del siglo XIX, pero no es tan conocida por tener un espacio protegido que aguarda kilómetros de playas vírgenes hasta El Portil. El Paraje Natural Los Enebrales de Punta Umbría, con una extensión de 162 hectáreas tiene un alto valor ecológico, pues es uno de los bosques mixtos de sabinas y enebros que se conservan en el litoral andaluz. Destacan el lentisco, el matorral mediterráneo y el pino. En esta masa vegetal hay una abundante fauna como el lagarto ocelado, una especie amenazada y una gran diversidad de aves.

### **Fases de planificación y búsqueda de información**

Se inició con la presentación y delimitación del problema sociocientífico (dos sesiones). Antes de la salida al medio, los estudiantes investigaron sobre el Paraje Natural Enebrales de Punta Umbría, incluyendo sus características ecológicas y especies emblemáticas. En la siguiente sesión, ya en el ecosistema, leyeron la noticia «Punta Umbría adjudica un macroproyecto turístico en una zona protegida pese a la oposición de la Junta» (*El País*, 2000) y, con la orientación de la docente, identificaron el problema. Según Oliveras, Márquez y Sanmartí (2011), la utilización de noticias sociocientíficas es una herramienta que fomenta el pensamiento crítico en los estudiantes. Posteriormente, formularon la pregunta de investigación y elaboraron un plan de trabajo grupal.

Durante la visita guiada por distintas áreas del paraje, la docente explicó las características del ecosistema dunar costero, incluyendo las especies de flora y fauna en los distintos frentes (pinar, bosque mixto de enebros y sabinas, dunas secundarias y embrionarias), así como la interacción entre los componentes bióticos y abióticos. Los estudiantes recopilaron y sistematizaron evidencias científicas.

En la playa, se realizó una discusión entre la docente y los estudiantes para subrayar las ideas científicas clave relacionadas con el ecosistema. Posteriormente, se llevó a cabo un ejercicio de meditación para ayudar a gestionar las emociones (figura 1b). Además, se aplicó otro cuestionario de emociones. Estudios previos han mostrado que técnicas de relajación y mindfulness pueden mejorar las habilidades cognitivas y socioemocionales de los estudiantes (Amutio, Franco, Gázquez y Mañas, 2015), así como el ambiente de clase y el rendimiento académico (López-González, Amutio, Oriol y Bisquerra, 2016).

Finalmente, mediante un sorteo, a cada equipo se le asignó un rol (vecinos, políticos, ecologistas, empresarios, maestros, pescadores o turistas), con posturas a favor o en contra del proyecto urbanístico.

### **Fase de estructuración**

Esta etapa abarcó dos sesiones dedicadas al trabajo en grupo. En el aula, los estudiantes organizaron los datos, desarrollaron argumentos basados en las evidencias recolectadas y los contrastaron con explicaciones alternativas. Asimismo, crearon un póster científico para presentar sus argumentos de manera visual (figura 1c). Según Toboja (2017), el uso del póster facilita la transmisión de conocimiento de forma concisa, clara y atractiva, a la vez que fomenta habilidades como la búsqueda crítica, la síntesis, la expresión y el manejo de tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Posteriormente, los estudiantes participaron en un debate defendiendo las explicaciones desde las perspectivas y roles previamente asignados. Para concluir, la docente cambió las posturas a favor o en contra del proyecto, lo que requirió que cada grupo formulara nuevos argumentos, favoreciendo, así, el desarrollo de la empatía y la capacidad de considerar diferentes puntos de vista.

### Fase de evaluación

Los estudiantes reflexionaron sobre la cuestión controvertida y formularon conclusiones acerca de los logros y dificultades experimentadas con la metodología de indagación (durante una sesión). Posteriormente, completaron un cuestionario final relacionado con sus emociones tras la intervención. Para concluir, se realizó una autoevaluación en la que los estudiantes respondieron a las siguientes preguntas: «¿Qué aspectos destaco de la asignatura?» y «¿Qué me gustaría mejorar?».

**Figura 1.** Momentos de la implementación de la intervención indagatoria



**1a.** Introducción. Técnica telaraña

**1b.** Búsqueda de información. Ejercicio de meditación.



**1c.** Estructuración. Póster.

## 6. Consideraciones finales

La implementación de esta intervención en la formación inicial de maestros generó un cambio notable en las emociones de los estudiantes hacia la asignatura, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, la profesora y el ambiente del aula a lo largo de la intervención. Los hallazgos revelan un aumento significativo de las emociones positivas y una reducción notable de las emociones negativas. Se destacan emociones como el interés, la tranquilidad, el bienestar y una disminución de la tensión y el temor.

Este cambio está vinculado al fomento de competencias emocionales a través de la práctica docente y la secuencia didáctica, que incluyó estrategias de gestión de las emociones, como autoafirmaciones positivas, reflexiones grupales y metáforas emocionales. Estas estrategias facilitaron el bienestar en las relaciones interpersonales, estableciendo un clima de aula caracterizado por un ambiente seguro. La docente también demostró un trato amable y brindó apoyo a los estudiantes mediante una escucha asertiva. La secuencia didáctica, basada en una cuestión sociocientífica relevante para el contexto cotidiano y las salidas a entornos naturales, permitió a los estudiantes participar en debates y asumir argumentos para garantizar la explotación o protección de los ecosistemas.

Para finalizar, es imprescindible que en las asignaturas de Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria se promueva la educación emocional a través de la vivencia práctica de estrategias de gestión de las emociones. Esto permitirá a los futuros docentes posicionarse ante diversos escenarios y reflexionar sobre las posibles conductas alternativas que asumirán en la enseñanza, para afrontar la complejidad del universo emocional que representa su labor en el aula.

## 7. Referencias

- Amutio, A., Franco, C., Gázquez, J. J. y Mañas, I. (2015). Aprendizaje y práctica de la Conciencia plena en estudiantes de Bachillerato para potenciar la relajación y la autoeficacia en el rendimiento escolar. *Universitas Psychologica*, 14(2), 15-25.
- Bevins, S. y Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29.
- Blanco, A., España, E. y Rodríguez, F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 9-18.

- Boekaerts, M. (2011). Emotions, emotion regulation, and self-regulation of learning. En: B. J. Zimmerman y D. H. Schunk (eds.). *Handbook of self-regulation of learning and performance* (pp. 408-425). Routledge.
- 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.
- Cañal, P., Pozuelos, F. J. y Travé, G. (2005). *Proyecto curricular Investigando Nuestro Mundo. Descripción general y fundamentos*. Diada.
- 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*. En: *Actas de los 26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Huelva: Universidad de Huelva.
- Crawford, B. A. (2014). From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom. En: N. G. Lederman y S. Abell (eds.). *Handbook of Research on Science Education* (vol. 2, pp. 515-599). Routledge.
- Crujeiras, B. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2012a). Competencia como aplicación de los conocimientos científicos en el laboratorio: ¿cómo evitar que se oscurezcan las manzanas? *Alambique*, 70, 19-26.
- Crujeiras, B. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2012b). Participar en las prácticas científicas. Aprender sobre la ciencia diseñando un experimento sobre pastas de dientes. *Alambique*, 72, 12-19.
- Cunningham, C. M. y Carlsen, W. S. (2014). Precollege Engineering Education. En: N. G. Lederman y S. Abell (eds.). *Handbook of Research on Science Education* (vol. 2, pp. 747-758). Routledge.
- Djambazova-Popordanoska, S. (2016). Implications of emotion regulation on young children's emotional wellbeing and educational achievement. *Educational Review*, 68(4), 497-515.
- Fernández-Abascal, E. G. (2009). Emociones positivas, psicología positiva y bienestar. En: E. G. Fernández-Abascal (coord.). *Emociones positivas* (pp. 27-46). Pirámide.
- Fried, L. (2011). Teaching Teachers about Emotion Regulation in the Classroom. *Australian Journal of Teacher Education*, 36(3).
- 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.
- Gross, J. J. (2002). *Emotion regulation: Affective, cognitive and social consequences*. *Psychophysiology*, 39, 281-291.
- Gross, J. J. y John, O. P. (2003). Individual differences in two emotion regulation processes: Implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85, 348-362.

- Hattie, J. (2009). *Visible Learning, A synthesis of over 800 meta-Analyses relating to achievement* (2.<sup>a</sup> ed.). Routledge.
- Ireland, J., Watters, J. J., Brownlee, J. L. y Lupton, M. (2014). Approaches to Inquiry Teaching: Elementary teacher's perspectives. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1733-1750.
- 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). Santiago de Compostela: Asociación de Profesores e Investigadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales (ÁPICE).
- 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.
- 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.
- López-González, L., Amutio, A., Oriol, X. y Bisquerra, R. (2016). Habits related to relaxation and mindfulness in high school students: influence on classroom climate and academic performance. *Journal of Psychodidactics*, 21(1), 121-138.
- Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M. R. y López-Gay, R. (2014). La indagación en las propuestas de formación inicial de maestros: análisis de entrevistas a los formadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 591-608.
- Matthews, G., Zeidner, M. y Roberts, R. D. (2004). *Emotional intelligence: Science and myth*. MIT Press.
- Melnick, S. M. y Hinshaw, S. P. (2000). Emotion regulation and parenting in AD/HD and comparison boys: Linkages with social behaviours and peer preference. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 28, 73-86.
- Minner, D., Levy, A. y Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction - What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 474-496.
- Muñoz, J. C. (2004). Enebrales costeros: Ecología y conservación. *Medio Ambiente*, 46, 31-35.
- Muñoz, J. C. y Hernández, Y. (2001). Conservación del enebro marítimo en los pinares costeros del SO de España. En: *Montes para la sociedad del nuevo milenio. III Congreso Forestal Español* (pp. 118-123). Granada.
- Muñoz, J. C. y Hernández, Y. (2004). Enebrales costeros gaditanos. II. Composición y diversidad. *Revista de la Sociedad Gaditana de Historia Natural*, 4, 39-44.

- National Research Council (NRC) (1996). *National Science Education Standards*. National Academy Press.
- National Research Council (NRC) (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards. A Guide for Teaching and Learning*. National Academy Press.
- National Research Council (NRC) (2012). *A Framework for K-12 science education: Practices crosscutting concepts, and core ideas*. National Academy Press.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards. For States by States*. The National Academies Press.
- Ochsner, K. N. y Gross, J. J. (2004). Thinking makes it so: A social cognitive neuroscience approach to emotion regulation. En: K. D. Vohs y R. F. Baumeister (eds.). *Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications* (pp. 229-255). Guilford Press.
- Oliveras, B., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2011). The Use of Newspaper Articles as a Tool to Develop Critical Thinking in Science Classes. *International Journal of Science Education*, 1-21.
- 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.
- Pekrun, R. (2006). The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice. *Educational Psychology Review*, 18, 315-341.
- Retana-Alvarado, Diego Armando (2018). *El cambio en las emociones de maestros en formación inicial en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias basada en indagación* [tesis doctoral. Universidad de Huelva]. <https://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/21456>
- 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.
- Sutton, R. (2004). Emotional regulation goals and strategies of teachers. *Social Psychology of Education*, 7(4), 379-398.
- Sutton, R. E. y Harper, E. (2009). Teachers' Emotion Regulation. En: L. J. Saha y A. G. Dworkin (eds.). *International Handbook of Research on Teachers and Teaching* (pp. 389-402). Springer.
- Toboja, L. M. (2017). Pósteres: divulgación y refuerzo pedagógico. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 88, 67-72.
- 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.

- White, B., Frederiksen, J. y Collins, A. (2009). The Interplay of Scientific Inquiry and Metacognition. More than a Marriage of Convenience. En: D. J. Hacker, J. Dunlosky y A. C. Graesser (eds.). *Handbook of Metacognition in Education* (pp. 175-205). Routledge.
- 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.
- Zeidler, D. L. (2014). Socioscientific Issues as a Curriculum Emphasis: Theory, Research, and Practice. En: N. G. Lederman y S. Abell (eds.). *Handbook of Research on Science Education* (vol. 2, pp. 697-726). Routledge.

## 8. Agradecimientos

Este estudio forma parte del proyecto «La controversia sociocientífica del Río Tinto como recurso para la generación de identidad en los estudiantes: ¿Conservar o restaurar?», aprobado en la convocatoria 2022/2023 para proyectos de innovación docente e investigación educativa de la Universidad de Huelva. Así es parte del proyecto I+D+i «Patrimonios controversiales para la formación ecosocial de la ciudadanía. Una investigación de educación patrimonial en la enseñanza reglada (EPITEC2)» (PID2020-116662GB-I00), financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033, y del proyecto I+D+i «Conocimiento especializado en la formación del profesorado de matemáticas, ciencias experimentales y ciencias sociales (MTSK-STSK-SCTSK)» (ProyExcel\_00297), de la convocatoria de subvenciones a proyectos I+D+i universidades y entidades públicas de investigación 2021 de la Junta de Andalucía, y se enmarca en el Centro de Investigación en Pensamiento Contemporáneo e Innovación para el Desarrollo Social (COIDESO) y del grupo DESYM (HUM-168) de la Universidad de Huelva.