

Universidad de Huelva

Departamento de Didácticas Integradas



El cambio en las emociones de maestros en formación inicial en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias basada en la indagación

**Memoria para optar al grado de doctor
presentada por:**

Diego Armando Retana Alvarado

Fecha de lectura: 17 de diciembre de 2018

Bajo la dirección de los doctores:

María Ángeles de las Heras Pérez

Bartolomé Vázquez Bernal

Roque Jiménez Pérez

Huelva, 2018





Universidad de Huelva

Facultad de Educación, Psicología y Ciencias del Deporte

Departamento de Didácticas Integradas

TESIS DOCTORAL

**El cambio en las emociones de maestros en
formación inicial en la enseñanza y el aprendizaje de
las ciencias basada en la indagación**

Memoria para optar al grado de Doctor

presentada por:

Diego Armando Retana Alvarado

Bajo la dirección de:

Dra. María Ángeles de las Heras Pérez

Dr. Bartolomé Vázquez Bernal

Dr. Roque Jiménez Pérez

Huelva, España - 2018



**Universidad
de Huelva**

**DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICAS
INTEGRADAS**

MARÍA ÁNGELES DE LAS HERAS PÉREZ, Profesora Titular, **BARTOLOMÉ VÁZQUEZ BERNAL**, Profesor Asociado y **ROQUE JIMÉNEZ PÉREZ**, Catedrático Universitario honorario del Departamento de Didácticas Integradas de la **Universidad de Huelva (España)**, como Directores de la Tesis Doctoral titulada “**EL CAMBIO EN LAS EMOCIONES DE MAESTROS EN FORMACIÓN INICIAL EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS BASADA EN LA INDAGACIÓN**”, presentada por D. Diego Armando Retana Alvarado.

Consideran que reúne los requisitos de interés académico, rigor científico y actualidad documental necesarios para ser presentada a su lectura. Por lo que,

INFORMAN favorablemente a la misma, autorizando su presentación con el fin de proceder a su defensa pública.

En Huelva, a 18 de octubre de 2018.

**Fdo. Dra. María Ángeles
de las Heras Pérez**

Fdo. Dr. Roque Jiménez Pérez

**Fdo. Dr. Bartolomé
Vázquez Bernal**



El presente trabajo pretende cumplir con el requisito de elaboración de la Tesis Doctoral para optar al grado de Doctor en el marco del **Programa Oficial Interuniversitario de Doctorado Investigación en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales, Sociales, Matemáticas y la Actividad Física y Deportiva** de la **Universidad de Huelva** y la **Universidad de Extremadura**, adaptado al Espacio Europeo de Educación Superior.

El estudio se ha llevado a cabo en el **Grupo de Investigación DESYM** (Formación Inicial y Desarrollo Profesional de los Profesores de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas) del **Departamento de Didácticas Integradas** de la Universidad de Huelva (España). Esta Tesis Doctoral sigue la línea de investigación: *Los dominios social y afectivo en Didácticas Específicas*.

La investigación ha sido financiada por la **Universidad de Costa Rica**. El doctorando ha disfrutado de una beca del *Régimen de Beneficios para el Mejoramiento Académico en el Exterior para el Personal Docente y Administrativo en Servicio*, misma que se extiende del 08 de enero de 2015 al 07 de enero de 2019 según lo establece el oficio de la Oficina de Asuntos Internacionales y Cooperación Externa OAICE-CAB-02-029-2015. También, el doctorando posee el compromiso de trabajar a su regreso al país en jornada de tiempo completo en la Escuela de Formación Docente como Unidad Académica proponente, de acuerdo con la reserva de plaza realizada en la Asamblea de la Escuela #10-2013 y #01-2014 ratificada mediante oficio de la Vicerrectoría de Docencia VD-1204-2014.



*A mi familia y amigos
por todo lo que he aprendido de ustedes*

AGRADECIMIENTOS

Manifiesto un agradecimiento especial a la Universidad de Costa Rica por el aporte académico y económico para la realización de Máster y Doctorado en Europa. Su confianza se traduce en mi lealtad hacia la institución y el país.

Agradezco profundamente a mis directores Dra. María Ángeles de las Heras Pérez, Dr. Bartolomé Vázquez Bernal y Dr. Roque Jiménez Pérez de la Universidad de Huelva por formarme como investigador y acompañarme durante estos cuatro años. Sus ideas, sugerencias y ánimos fortalecen este hermoso viaje académico.

A los participantes de esta investigación por su disposición y amabilidad.

A Dra. María Marta Camacho Álvarez de la Universidad de Costa Rica por motivarme a emprender los proyectos más trascendentales de mi vida.

A los profesores de la Sección de Educación Primaria de la Universidad de Costa Rica por creer en mí para formarme en el área de la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

A mi familia por acompañarme a la distancia tantos años. Agradezco profundamente a mis padres, hermanos y sobrina. Gracias por el amor que trasciende cualquier frontera.

A mis amigos de Costa Rica: Luis, Cindy, Paola, Rocío, Ana Yancy, Anabella, Jorge y Eduardo. Gracias por el amor, el cariño, la amistad y los hermosos momentos compartidos.

A mis amigos de Europa y Latinoamérica con quienes he compartido experiencias inolvidables; especialmente, Juan Macías, Isabel, Linda, María, Mónica, Sismay, Mery, María Elena, Katy y Rocío.

Gracias Adriana por abrirme las puertas de tu casa y amistad.

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivos analizar el cambio en las emociones de maestros en formación inicial (estudiantes, en adelante) en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias basada en la indagación según el momento de una intervención y el género, describir la interacción de las emociones en la práctica de aula, establecer las causas del cambio y la naturaleza de los obstáculos.

En términos metodológicos, el estudio se realizó desde la investigación-acción (dentro del paradigma de la complejidad y el enfoque mixto). Participaron 54 estudiantes (grupo T1) de la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I del Grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Huelva en el curso 2016-2017.

Mediante juicio de expertos y prueba piloto se diseñó y validó un cuestionario de escala Likert en el que manifestaron su grado de acuerdo sobre la intensidad de siete emociones positivas (entusiasmo, satisfacción, interés, aceptación, tranquilidad, bienestar y asombro) y siete emociones negativas (susto, temor, enojo, tensión, frustración, aburrimiento y rechazo) hacia la asignatura, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, la profesora y el clima de aula, que esperaban sentir al comienzo del curso. Con base en los ajustes efectuados, realizamos una validación con 185 estudiantes que conformaban los cuatros grupos (T1, T2, T3 y T5) de la asignatura.

El diagnóstico permitió la planificación e implementación de una intervención basada en la metodología indagatoria para que los estudiantes conocieran y autorregularan sus emociones. El contenido ecosistema se contextualizó en una cuestión sociocientífica sobre construcción de hoteles en un Parque Natural de España.

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. Además, se buscaba generar un clima emocional adecuado mediante estrategias de autorregulación como metáforas, meditación y reflexión. La implementación se concretó en siete sesiones (grupo T1). El cuestionario se aplicó antes, durante y después de la intervención. Los datos se sometieron a análisis descriptivo, análisis factorial exploratorio y pruebas no paramétricas.

Respecto a la interacción, establecimos un sistema de categorías, con carácter tentativo, que nos permitió analizar una práctica de aula que asume relevancia de las emociones desde el modelo de conocimiento profesional y habilidad que incluye Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) (Gess-Newsome, 2015) coherente con la denominada Hipótesis de la Complejidad (Vázquez-Bernal et al., 2005, 2007, 2012), con al menos, un nivel de partida, un nivel intermedio y uno de referencia para cada subcategoría, en consonancia con la dimensión técnica, práctica y crítica. La

reflexión de la formadora se interpretó a partir del análisis de contenido y vinculaciones mediante el programa AQUAD.

Se establecen causas y obstáculos a partir de triangulación de los cuestionarios y la entrevista a la formadora, además de la observación participante del investigador, las narrativas de los estudiantes, la entrevista a una profesora novel y la literatura.

Los resultados permiten concluir que existe un incremento significativo de las emociones positivas y una disminución también significativa de las emociones negativas hacia la asignatura, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, la profesora y el clima de aula en el desarrollo de la intervención. Los varones experimentan susto, enojo, aburrimiento, frustración y temor con mayor intensidad que las mujeres. Por su parte, las mujeres sienten interés y entusiasmo con más intensidad en comparación con los hombres.

Las causas del cambio se relacionan con una asignatura que integra la educación emocional con el CDC sobre el ecosistema y los problemas profesionales de la práctica. El cambio es facilitado por el perfil afectivo-profesional de la formadora, quien transfiere emociones positivas inmersas en el CDC desde su propio modelo didáctico, en la complejidad de la reflexión y la práctica que inciden en un clima de aula favorecedor de las relaciones interpersonales.

La interacción es amplificada o filtrada por facilitadores u obstáculos de naturaleza afectiva y cognitiva. Hipotetizamos que las emociones se integran en la reflexión sobre la planificación de la enseñanza a esos estudiantes particulares, estableciendo un modelo didáctico y el CDC personal que se ajusta a dicho modelo declarado. Las emociones se integran a la reflexión en la acción donde también se desarrolla el CDC y habilidad a través del feedback continuo en la práctica. Las emociones y el CDC determinan el tópico particular en la interacción con el contexto de indagación.

Por consiguiente, la formación inicial requiere la incorporación de la educación emocional dentro de un modelo de conocimiento profesional que incluya transversalmente el empleo de estrategias de metacognición y autorregulación, de tal forma que facilite progresión de madurez emocional y aprendizaje.

ABSTRACT

The objectives of this study are to analyze the change in the emotions of prospective primary teachers (students) in the inquiry-based science education according to the moment of an intervention and gender, to describe the interaction of the emotions in the classroom practice, establish the causes of the change and the nature of the obstacles.

In methodological terms, the study was conducted from the action research (within the paradigm of complexity and the mixed approach). Participated 54 students (group T1) of the subject of Didactics of Nature Science I of the Degree in Primary Education of the University of Huelva in the academic year 2016-2017.

Through expert judgment and pilot test, a Likert scale questionnaire was designed and validated in which they expressed their agreement on the intensity of seven positive emotions (enthusiasm, satisfaction, interest, acceptance, tranquility, well-being and astonishment) and seven negative emotions (scare, fear, anger, tension, frustration, boredom and rejection) towards the subject, the scientific contents, the inquiry methodology, the teacher and the classroom climate, which they expected to feel at the beginning of the course. Based on the adjustments made, we carried out a validation with 185 students that made up the four groups (T1, T2, T3 and T5) of the subject.

The diagnosis allowed the planning and implementation of an intervention based on the inquiry methodology for students to know and self-regulate their emotions. The ecosystem content was contextualized in a socioscientific issue about the construction of hotels in a Natural Park of Spain.

The design was organized in four phases following a learning cycle: initiation, information search, structuring and evaluation that includes activities such as delimitation of the problem, field trip, evidence collection and role playing. In addition, the aim was to generate an adequate emotional climate through self-regulation strategies such as metaphors, meditation and reflection. The implementation was completed in seven sessions (group T1). The questionnaire was applied before, during and after the intervention. The data was subjected to descriptive analysis, exploratory factor analysis and non-parametric tests.

Regarding the interaction, we established a system of categories, with tentative character, that allowed us to analyze a classroom practice that assumes relevance of emotions from the model of professional knowledge and skill that includes Pedagogical Content Knowledge (PCK) (Gess-Newsome, 2015) consistent with the Complexity Hypothesis (Vázquez-Bernal et al., 2005, 2007, 2012), with at least one starting level, one intermediate level and one reference level for each subcategory, in line with the technical, practical and critical dimension. The reflection of the trainer was interpreted from the analysis of content and links through the AQUAD program.

Causes and obstacles are established from the triangulation of the questionnaires and the interview with the trainer, in addition to the participant observation of the researcher, the narratives of the students, the interview with a novel teacher and literature.

The results allow us to conclude that there is a significant increase in positive emotions and a significant decrease in negative emotions towards the subject, the scientific contents, the inquiry methodology, the teacher and the classroom climate in the development of the intervention. Men experience scare, anger, boredom, frustration and fear more intensely than women. On the other hand, women feel interest and enthusiasm more intensely compared to men.

The causes of change are related to a subject that integrates emotional education with the PCK about the ecosystem and the professional problems of the practice. The change is facilitated by the affective-professional profile of the trainer, who transfers positive emotions immersed in the PCK from its own didactic model, in the complexity of the reflection and practice that affect a classroom climate that favors interpersonal relationships.

The interaction is amplified or filtered by facilitators or obstacles of an affective and cognitive nature. We hypothesize that the emotions are integrated in the reflection on the planning of teaching to those students, establishing a didactic model and the personal PCK that conforms to said declared model. The emotions are integrated into the reflection in the action where the PCK and skill are also developed through continuous feedback in practice. Emotions and the PCK determine the topic in the interaction with the context of inquiry.

Therefore, initial teacher training requires the incorporation of emotional education within a model of professional knowledge that includes transversally the use of metacognition strategies and self-regulation, in such a way that it facilitates progression of emotional maturity and learning.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XIII
ABREVIATURAS.....	XIX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XXI
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	XXVII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XXIX
ESTRUCTURA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN.....	XXX
PRIMERA PARTE.....	33
FUNDAMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN, CONTEXTUALIZACIÓN Y MARCO TEÓRICO	33
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	35
I.1. Introducción.....	39
I.2. Origen, propósito y justificación del problema de investigación.....	42
I.3. Preguntas de investigación, objetivos e hipótesis.....	45
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LA LITERATURA CIENTÍFICA.....	51
II.1. Introducción.....	55
II.2. Las emociones en la Didáctica de las Ciencias Experimentales.....	59
II.2.1. Conceptualización y naturaleza de las emociones.....	65
II.2.2. Causas de las emociones.....	70
II.2.3. Clasificación y medida de las emociones.....	72
II.2.4. Definición de las emociones en estudio.....	75
II.2.5. Inteligencia emocional.....	77
II.2.6. La regulación de las emociones.....	79
II.2.7. Conceptualización de la educación emocional.....	80
II.2.8. Modelo de competencias emocionales.....	81
II.2.9. Educación emocional en la formación del profesorado.....	83
II.2.10. Intervenciones sobre educación emocional.....	86
II.3. Las emociones en el Conocimiento Didáctico del Contenido del profesorado de Ciencias Experimentales.....	89
II.3.1. La investigación sobre las emociones del profesorado en formación acerca del aprendizaje y la enseñanza de las ciencias.....	95
II.4. Indagación y abordaje de las cuestiones sociocientíficas como metodología de intervención emocional.....	102
II.4.1. La indagación en la enseñanza de las ciencias.....	105

II.4.2. Las cuestiones sociocientíficas	111
II.5. El clima de aula y su vinculación emocional en la formación inicial de maestros	114
SEGUNDA PARTE	119
EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN	119
CAPÍTULO III. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	121
III.1. Introducción	125
III.2. Caracterización de la investigación	127
III.3. Contexto de la investigación	131
III.4. La intervención indagatoria y metaemocional	135
III.4.1. El problema sociocientífico	135
III.4.2. Fases de la intervención	136
III.5. Diseño metodológico general	142
III.6. Participantes en la investigación	146
III.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	155
III.7.1. Diseño del cuestionario	155
III.7.2. Validación del cuestionario	156
III.7.3. Procedimiento de recolección de los datos mediante el cuestionario	159
III.7.4. La entrevista	160
III.7.5. La observación participante	160
III.8. Técnicas de análisis de los datos	161
III.9. Descripción del sistema de categorías para el análisis de la información	165
III.9.1. La ruta de análisis a partir del sistema de categorías	177
III.10. Estrategias de triangulación	178
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS:	181
LAS EMOCIONES QUE SE EXHIBEN AL COMIENZO DE LA ASIGNATURA	181
IV.1. Introducción	185
IV.2. Estudio exploratorio y correlacional inicial sobre la intensidad de las emociones	186
IV.2.1. Análisis descriptivo exploratorio intragrupo	186
IV.2.2. Análisis de frecuencias	194
IV.2.3. Análisis inferencial	199
IV.3. Estudio descriptivo transversal, multivariante y comparativo sobre la intensidad de las emociones	209
IV.3.1. Análisis descriptivo intergrupo	209
IV.3.2. Análisis de frecuencias	217
IV.3.3. Análisis inferencial	222

CAPÍTULO V. RESULTADOS Y ANÁLISIS: EL CAMBIO DE LAS EMOCIONES	265
V.1. Introducción	269
V.2. Estudio descriptivo longitudinal, multivariante y comparativo sobre el cambio de las emociones	270
V.2.1. Sub-estudio sobre la intensidad de las emociones antes de la intervención	270
V.2.2. Sub-estudio sobre la intensidad de las emociones durante la intervención	288
V.2.3. Sub-estudio sobre la intensidad de las emociones después de la intervención	306
V.3. Sub-estudio sobre el cambio de las emociones en los momentos antes, durante y después de la intervención	328
V.3.1. Análisis Factorial Exploratorio	328
V.3.2. Análisis intergrupo en función del momento de la intervención	335
V.3.3. Análisis intergrupo en función del sexo	346
CAPÍTULO VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS: LA INTERACCIÓN DE LAS EMOCIONES EN LA PRÁCTICA DE AULA	357
VI.1. Introducción	361
VI.2. Análisis de frecuencias	361
VI.3. Análisis de contenido	363
VI.4. Análisis de vínculos	376
CAPÍTULO VII. TRIANGULACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	381
VII.1. El cambio de las emociones en el transcurso de la intervención indagatoria	385
CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES FORMATIVAS	413
VIII.1. Conclusiones relacionadas con los problemas de investigación	418
VIII.2. Limitaciones asociadas al estudio	428
VIII.3. Implicaciones para la formación inicial de los maestros	430
VIII.4. Perspectivas futuras de investigación	431
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	435

ANEXOS (en CD)

Anexo 1. Producción científica en el marco de la Tesis Doctoral.¹

Anexo 2. Cuestionario sobre emociones de estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria antes de una intervención indagatoria, metacognitiva y metaemocional en Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I (denominación C-0-E).

Anexo 3. Cuestionario sobre emociones de estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria en Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I con intervención indagatoria, metacognitiva y metaemocional (denominación C-1-E).

Anexo 4. Guión de entrevista semiestructurada a formadora.

Anexo 5. Transcripción de la entrevista a formadora.

Anexo 6. Transcripción de observaciones de clase.

Anexo 7. Codificación de la entrevista a formadora.

Anexo 8. Catálogo de códigos técnicos, prácticos y críticos.

Anexo 9. Vinculaciones entre códigos técnicos, prácticos y críticos.

Anexo 10. Guión de entrevista semiestructurada a profesora novel.

Anexo 11. Transcripción de la entrevista a profesora novel.

Anexo 12. Carpeta multimedia. ²

¹ La producción académica derivada de la Tesis Doctoral y otros estudios paralelos (artículos publicados y en revisión, capítulos de libro y comunicaciones a congresos) se incluye en la carpeta 1 del CD.

² Incluye los audios de grabación de la entrevista, vídeos y fotografías de la intervención.

ABREVIATURAS

BCPP / TPKB: Bases del Conocimiento Profesional del Profesor / Teacher Professional Knowledge Bases.

CCN: Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I.

CDC / PCK: Conocimiento Didáctico del Contenido / Pedagogical Content Knowledge.

CDCyH / PCK&S: Conocimiento Didáctico del Contenido y Habilidad / Pedagogical Content Knowledge and Skill.

CPTe / TSPK: Conocimiento Profesional de los Tópicos Específicos / Topic Specific Professional Knowledge.

CoRe: Representaciones del Contenido.

DCE: Didáctica de las Ciencias Experimentales.

ECTS: European Credit Transfer System.

ESO: Educación Secundaria Obligatoria.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro III.1. Contenido científico sobre el ecosistema costero expuesto en el vídeo	125
Cuadro III.2. Descripción del ejercicio de meditación	126
Cuadro III.3. Sistema de categorías para el análisis de la reflexión	153
Cuadro IV.1. Interpretación de los coeficientes de correlación	183
Cuadro IV.2. Emociones de mayor intensidad en el estudio piloto según la dimensión de análisis	190
Cuadro IV.3. Interpretación del grado de ajuste de KMO	207
Cuadro IV.4. Tipos de errores en las pruebas de hipótesis.	236
Cuadro IV.5. Interpretación del tamaño del efecto para la U de Mann-Whitney.	236
Cuadro IV.6. Emociones de mayor intensidad en el estudio multivariante según la dimensión de análisis	242
Cuadro V.1. Emociones de mayor intensidad antes de la intervención según la dimensión de análisis	303
Cuadro V.2. Emociones de mayor intensidad durante la intervención según la dimensión de análisis	303
Cuadro V.3. Emociones de mayor intensidad después de la intervención según la dimensión de análisis	304

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.1. Profesores de la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I en el primer cuatrimestre del curso 2016-2017	122
Tabla III.2. Estudios que conforman el Diseño Mixto Explicativo Secuencial	133
Tabla III.3. Características de la muestra en el estudio exploratorio	135
Tabla III.4. Características de la muestra en el estudio exploratorio en función del género	136
Tabla III.5. Características de la muestra en el estudio multivariante	137
Tabla III.6. Características de la muestra según el grupo de la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I	138
Tabla III.7. Características de la muestra en función del género y el grupo de la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I	139
Tabla III.8. Características de la muestra en el estudio longitudinal.	140
Tabla III.9. Características de la muestra en el estudio longitudinal en función del momento de la intervención.	141
Tabla III.10. Características de la muestra en el estudio longitudinal en función del género y el momento de la intervención.	142
Tabla III.11. Clasificación de las emociones	143
Tabla III.12. Perfil profesional de los expertos participantes en la validación del instrumento.	145
Tabla III.13. Fiabilidad del cuestionario según el tipo de emoción y la dimensión de análisis en el estudio diagnóstico.	145
Tabla III.14. Fiabilidad del cuestionario según el tipo de emoción y la dimensión de análisis en el estudio multivariante	146
Tabla III.15. Validación de las escalas Likert en el estudio multivariante en función de las dimensiones de análisis	146
Tabla III.16. Resumen de códigos para el análisis de la reflexión en función de las dimensiones de la Hipótesis de la Complejidad.	164
Tabla IV.1. Estadísticos descriptivos de emociones que vaticinan maestros en formación inicial en función de las dimensiones de análisis.	170
Tabla IV.2. Propiedades psicométricas de las variables del estudio piloto en la dimensión asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I	172
Tabla IV.3. Propiedades psicométricas de las variables del estudio piloto en la dimensión contenidos científicos	173
Tabla IV.4. Propiedades psicométricas de las variables del estudio piloto en la dimensión metodología indagatoria.	174
Tabla IV.5. Propiedades psicométricas de las variables del estudio piloto en la dimensión profesora	175
Tabla IV.6. Propiedades psicométricas de las variables del estudio piloto en la dimensión clima de aula	176
Tabla IV.7. Prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov en las variables del estudio piloto en función de las dimensiones de análisis.	184
Tabla IV.8. Frecuencias relativas de correlaciones no paramétricas significativas entre las variables en función de las dimensiones de análisis	185
Tabla IV.9. Principales correlaciones entre las variables en función de las dimensiones de análisis.	186
Tabla IV.10. Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I	187
Tabla IV.11. Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión contenidos científicos	188

Tabla IV.12. Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión metodología indagatoria	189
Tabla IV.13. Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión profesora	190
Tabla IV.14. Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión clima de aula.....	191
Tabla IV.15. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo transversal en la dimensión asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I	194
Tabla IV.16. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo transversal en la dimensión contenidos científicos.....	195
Tabla IV.17. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo transversal en la dimensión metodología indagatoria	196
Tabla IV.18. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo transversal en la dimensión profesor	197
Tabla IV.19. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo transversal en la dimensión clima de aula	198
Tabla IV.20. Estadísticos descriptivos sobre intensidad de emociones que experimentaron maestros en formación inicial antes de la intervención indagatoria	199
Tabla IV.21. Prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov en las variables del estudio descriptivo transversal, multivariante y comparativo en función de las dimensiones de análisis	207
Tabla IV.22. Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I	211
Tabla IV.23. Pruebas de medida de adecuación muestral KMO y Bartlett para la dimensión asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I	210
Tabla IV.24. Comunalidades iniciales y extraídas mediante el método de extracción por componentes principales para la dimensión asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I	212
Tabla IV.25. Varianza total explicada mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I	213
Tabla IV.26. Matriz de componente rotado a través del método de rotación Varimax con normalización Kaiser para la dimensión asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I	214
Tabla IV.27. Saturaciones factoriales para la dimensión asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I	215
Tabla IV.28. Varianza Media Extraída y Fiabilidad Compuesta de los factores extraídos en la dimensión asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I	216
Tabla IV.29. Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión contenidos científicos.....	218
Tabla IV.30. Pruebas de medida de adecuación muestral KMO y Bartlett para la dimensión contenidos científicos.....	217
Tabla IV.31. Comunalidades iniciales y extraídas mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión contenidos científicos.....	219
Tabla IV.32. Varianza total explicada mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión contenidos científicos.....	220
Tabla IV.33. Matriz de componente rotado a través del método de rotación Varimax con normalización Kaiser para la dimensión contenidos científicos	219
Tabla IV.34. Saturaciones factoriales para la dimensión contenidos científicos	221
Tabla IV.35. Varianza Media Extraída y Fiabilidad Compuesta de los factores extraídos en la dimensión contenidos científicos.....	221

Tabla IV.36. Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión metodología indagatoria	223
Tabla IV.37. Pruebas de medida de adecuación muestral KMO y Bartlett para la dimensión metodología indagatoria	222
Tabla IV.38. Comunalidades iniciales y extraídas mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión metodología indagatoria	222
Tabla IV.39. Varianza total explicada mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión metodología indagatoria.....	224
Tabla IV.40. Matriz de componente rotado a través del método de rotación Varimax con normalización Kaiser para la dimensión metodología indagatoria	225
Tabla IV.41. Saturaciones factoriales para la dimensión metodología indagatoria	225
Tabla IV.42. Varianza Media Extraída y Fiabilidad Compuesta de los factores extraídos en la dimensión metodología indagatoria	226
Tabla IV.43. Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión profesor	228
Tabla IV.44. Pruebas de medida de adecuación muestral KMO y Bartlett para la dimensión profesor	227
Tabla IV.45. Comunalidades iniciales y extraídas mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión profesor.....	227
Tabla IV.46. Varianza total explicada mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión profesor	229
Tabla IV.47. Matriz de componente rotado a través del Método de Rotación Varimax con normalización Kaiser para la dimensión profesor	230
Tabla IV.48. Saturaciones factoriales para la dimensión profesor	231
Tabla IV.49. Varianza Media Extraída y Fiabilidad Compuesta de los factores extraídos en la dimensión profesor	231
Tabla IV.50. Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión clima de aula.....	232
Tabla IV.51. Pruebas de medida de adecuación muestral KMO y Bartlett para la dimensión clima de aula.....	233
Tabla IV.52. Comunalidades iniciales y extraídas mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión clima de aula.....	233
Tabla IV.53. Varianza total explicada mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión clima de aula.....	234
Tabla IV.54. Matriz de componente rotado a través del Método de Rotación Varimax con normalización Kaiser para la dimensión clima de aula	235
Tabla IV.55. Saturaciones factoriales para la dimensión clima de aula	235
Tabla IV.56. Varianza Media Extraída y Fiabilidad Compuesta de los factores extraídos en la dimensión clima de aula	236
Tabla IV.57. Estructura factorial de las emociones en función de la dimensión de análisis	236
Tabla IV.58. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I en función del género	239
Tabla IV.59. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia los contenidos científicos en función del género	241
Tabla IV.60. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la metodología indagatoria en función del género.....	241
Tabla IV.61. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia el profesor en función del género	242

Tabla IV.62. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia el clima de aula en función del género.....	243
Tabla V.1. Estadísticos descriptivos de la intensidad de las emociones de estudiantes (grupo T1) antes de la intervención	250
Tabla V.2. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I antes de la intervención indagatoria.....	251
Tabla V.2. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión contenidos científicos antes de la intervención indagatoria	252
Tabla V.3. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión metodología antes de la intervención indagatoria	253
Tabla V.4. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión profesora antes de la intervención indagatoria	254
Tabla V.5. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión clima de aula antes de la intervención indagatoria	255
Tabla V.7. Prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov para las emociones positivas y negativas antes de la intervención indagatoria en función de la dimensión del aprendizaje sobre la enseñanza de las Ciencias	263
Tabla V.8. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I en función del género (dos muestras no relacionadas) antes de la intervención.....	264
Tabla V.9. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia los contenidos científicos en función del género antes de la intervención.....	265
Tabla V.10. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la metodología indagatoria en función del género antes de la intervención.....	266
Tabla V.11. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la profesora en función del género antes de la intervención	267
Tabla V.12. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia el clima de aula en función del género antes de la intervención.....	268
Tabla V.13. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I durante la intervención indagatoria.....	268
Tabla V.14. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I durante la intervención indagatoria.....	269
Tabla V.15. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión contenidos científicos durante la intervención indagatoria.....	270
Tabla V.16. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión metodología indagatoria durante la intervención	271
Tabla V.17. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión profesora durante la intervención indagatoria	272
Tabla V.18. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión clima de aula durante la intervención indagatoria.....	273
Tabla V.19. Prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov para las emociones positivas y negativas durante la intervención en función de la dimensión del proceso de enseñanza y aprendizaje	281
Tabla V.20. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I en función del género durante la intervención	282

Tabla V.21. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia los contenidos científicos en función del género durante la intervención	283
Tabla V.22. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la metodología indagatoria en función del género durante la intervención	284
Tabla V.23. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la profesora en función del género durante la intervención	285
Tabla V.24. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia el clima de aula en función del género durante la intervención	286
Tabla V.25. Estadísticos descriptivos de la intensidad de las emociones, en función de la dimensión del proceso enseñanza-aprendizaje, el tipo de emoción y el momento posterior de la intervención indagatoria.....	287
Tabla V.26. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I después de la intervención indagatoria.....	288
Tabla V.27. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión contenidos científicos después de la intervención indagatoria	289
Tabla V.28. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión metodología indagatoria después de la intervención.....	290
Tabla V.29. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión profesora después de la intervención indagatoria	291
Tabla V.30. Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión clima de aula después de la intervención indagatoria	292
Tabla V.31. Prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov para las emociones positivas y negativas después de la intervención en función de la dimensión de análisis	299
Tabla V.32. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones hacia la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I en función del género después de la intervención	300
Tabla V.33. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones hacia los contenidos científicos en función del género después de la intervención	301
Tabla V.34. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones hacia la metodología indagatoria en función del género después de la intervención.....	302
Tabla V.35. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones hacia la profesora en función del género después de la intervención	303
Tabla V.36. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones hacia el clima de aula en función del género después de la intervención.....	304
Tabla V.37. Análisis Factorial Exploratorio de las emociones de los maestros en formación inicial hacia la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I en función del momento de la intervención indagatoria.....	309
Tabla V.38. Análisis Factorial Exploratorio de las emociones de los maestros en formación inicial frente a los contenidos científicos en función del momento de la intervención indagatoria.....	310
Tabla V.39. Análisis Factorial Exploratorio de las emociones de los maestros en formación inicial frente a la metodología indagatoria en función del momento de la intervención	312
Tabla V.40. Análisis Factorial Exploratorio de las emociones de los maestros en formación inicial hacia la profesora en función del momento de la intervención	313
Tabla V.41. Análisis Factorial Exploratorio de las emociones de los maestros en formación inicial hacia el clima de aula en función del momento de la intervención	314
Tabla V.42. Prueba no paramétrica H de Kruskal Wallis para tres muestras no relacionadas en función del momento de la intervención y la dimensión de análisis	317

Tabla V.43. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I en función de los momentos de la intervención	319
Tabla V.44. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia los contenidos científicos en función de los momentos de la intervención	321
Tabla V.45. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la metodología indagatoria en función de los momentos de la intervención	322
Tabla V.46. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la profesora en función de los momentos de la intervención	324
Tabla V.47. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia el clima de aula en función de los momentos de la intervención	326
Tabla V.48. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I en función del género	327
Tabla V.49. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia los contenidos científicos en función del género	328
Tabla V.50. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la metodología indagatoria en función del género.....	329
Tabla V.51. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la profesora en función del género	330
Tabla V.52. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia el clima de aula en función del género.....	331
Tabla VI.1. Distribución de frecuencias de códigos en la reflexión interrogativa de la formadora	337
Tabla VI.2. Distribución de frecuencias de códigos técnicos en la reflexión interrogativa de la formadora	338
Tabla VI.3. Distribución de frecuencias de códigos prácticos en la reflexión interrogativa de la formadora	338
Tabla VI.4. Distribución de frecuencias de códigos críticos en la reflexión interrogativa de la formadora	339
Tabla VI.5. Códigos de mayor aparición en función de la dimensión de la Hipótesis de la Complejidad.....	352
Tabla VI.6. Secuencias redundantes en la codificación de la reflexión.....	353
Tabla VII.1. Cambio de las emociones hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I	359
Tabla VII.2. Cambio de las emociones hacia los contenidos científicos	365
Tabla VII.3. Cambio de las emociones hacia la metodología indagatoria	369
Tabla VII.4. Cambio de las emociones hacia la profesora	374
Tabla VII.5. Cambio de las emociones hacia el clima de aula	378

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica IV.1. Intensidad de emociones que vaticinan maestros en formación inicial en función de la dimensión del aprendizaje sobre la enseñanza de las ciencias basada en la indagación	171
Gráfica IV.2. Intensidad global de las emociones que vaticinan los maestros en formación inicial al iniciar la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I	177
Gráfica IV.3. Intensidad de las emociones que los maestros en formación inicial esperan sentir respecto a la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I	179
Gráfica IV.4. Intensidad de las emociones que los maestros en formación inicial esperan sentir respecto a los contenidos científicos.....	180
Gráfica IV.5. Intensidad de las emociones que los maestros en formación inicial esperan sentir respecto a la metodología indagatoria	181
Gráfica IV.6. Intensidad de las emociones que los maestros en formación inicial esperan sentir hacia la profesora	182
Gráfica IV.7. Intensidad de las emociones que los maestros en formación inicial esperan sentir hacia el clima de aula	183
Gráfica IV.8. Intensidad media de las emociones positivas y negativas experimentadas por maestros en formación inicial antes de la intervención indagatoria en función de las dimensiones de análisis.....	199
Gráfica IV.9. Intensidades medias de las emociones positivas y negativas que manifestaron los maestros en formación inicial antes de la intervención indagatoria	200
Gráfica IV.10. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial respecto a la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I antes de la intervención indagatoria.....	202
Gráfica IV.11. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial respecto a los contenidos científicos antes de la intervención indagatoria	203
Gráfica IV.12. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial respecto a la metodología indagatoria antes de la intervención indagatoria.	204
Gráfica IV.13. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial respecto al profesor, antes de la intervención indagatoria.....	205
Gráfica IV.14. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial respecto al clima de aula antes de la intervención indagatoria.....	206
Gráfica V.1. Intensidad media de las emociones positivas y negativas que experimentaron los maestros en formación inicial antes de la intervención indagatoria en función de las dimensiones de análisis.....	256
Gráfica V.2. Frecuencias de las emociones positivas y negativas que manifiestan los futuros maestros antes de la intervención indagatoria	257
Gráfica V.3. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial respecto a la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I antes de la intervención indagatoria.....	258
Gráfica V.4. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial respecto a los contenidos científicos antes de la intervención indagatoria	259

Gráfica V.5. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial respecto a la metodología antes de la intervención indagatoria	260
Gráfica V.6. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial respecto a la profesora antes de una intervención indagatoria.....	261
Gráfica V.7. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial respecto al clima de aula antes de la intervención indagatoria	262
Gráfica V.8. Intensidad media de las emociones positivas y negativas que experimentaron los maestros en formación inicial durante la intervención indagatoria	274
Gráfica V.9. Frecuencias de las emociones positivas y negativas que manifestaron los maestros en formación inicial durante la intervención indagatoria	275
Gráfica V.10. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial hacia la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I durante la intervención indagatoria	276
Gráfica V.11. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial hacia los contenidos científicos durante la intervención indagatoria	277
Gráfica V.12. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial hacia la metodología durante la intervención indagatoria	278
Gráfica V.13. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial hacia la profesora durante la intervención indagatoria	279
Gráfica V.14. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial hacia el clima de aula durante la intervención indagatoria	280
Gráfica V.15. Intensidad media de las emociones positivas y negativas que experimentaron los maestros en formación inicial después de la intervención indagatoria.....	287
Gráfica V.16. Intensidad media de las emociones positivas y negativas que experimentan los maestros en formación inicial después de una intervención indagatoria	293
Gráfica V.17. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial respecto a la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I después de la intervención indagatoria.....	294
Gráfica V.18. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial respecto a los contenidos científicos después de la intervención indagatoria.....	295
Gráfica V.19. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial respecto a la metodología después de la intervención indagatoria	296
Gráfica V.20. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial respecto a la profesora después de la intervención indagatoria	297
Gráfica V.21. Intensidad de las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial respecto al clima de aula después de la intervención indagatoria	298
Gráfica VII.1. Cambio de las emociones hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I	361
Gráfica VII.2. Cambio de las emociones hacia los contenidos científicos	367
Gráfica VII.3. Cambio de las emociones hacia la metodología indagatoria	371
Gráfica VII.4. Cambio de las emociones hacia la profesora	375
Gráfica VII.5. Cambio de las emociones hacia el clima de aula	380

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. La complejidad de la interacción de las emociones en el clima de aula	49
Figura II.2. Componentes de la emoción.....	61
Figura II.3. Teoría de Atribución de Weiner.....	64
Figura II.4. Modelo pentagonal de competencias emocionales	75
Figura II.5. Modelo de implementación curricular de un programa de intervención emocional	80
Figura II.6. Modelo de conocimiento profesional y habilidad incluyendo CDC e influencia sobre la práctica de aula y los resultados de los estudiantes (TPK&S).....	83
Figura II.7. Integración de la reflexión y la práctica	86
Figura II.8. Interrelación de los aspectos de la alfabetización científica.....	96
Figura II.9. Prácticas científicas auténticas	101
Figura II.10. Modelo de indagación 3D.....	102
Figura III.1. Esferas de desarrollo del profesorado.....	117
Figura III.2. Relación de las competencias que conforman la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I.....	120
Figura III.3. Unidades temáticas de la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I	121
Figura III.4. Esquema de la intervención indagatoria y metaemocional	125
Figura III.5. Batería de preguntas cerradas sobre ecosistema	126
Figura III.6. Técnica de regulación emocional La Telaraña	126
Figura III.7. Ejercicio de meditación en la playa	128
Figura III.8. Pósteres científicos.....	129
Figura III.9. Actividad de debate: Juego de rol	129
Figura III.10. Esquema general del diseño mixto explicativo secuencial (DEXPLIS)	130
Figura III.11. Diseño metodológico general de la investigación	131
Figura III.12. Modelo de conocimiento profesional y habilidad incluyendo CDC	154
Figura IV.1. Modelo factorial exploratorio del estudio multivariante	245
Figura VI.1. Núcleo duro de primer orden	354
Figura VI.2. Núcleo duro de segundo orden.....	355
Figura VI.3. Núcleo duro de tercer orden	355
Figura VII.1. Triangulación de los resultados	358

ESTRUCTURA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación está estructurada en dos partes. La primera corresponde a la fundamentación, contextualización y marco teórico, constituida por los capítulos I y II. La segunda engloba el proceso de investigación que incluye los capítulos III, IV, V, VI, VII y VIII.

En el capítulo I se presenta la investigación y siguiendo a Mc Millan y Schumacher (2005) se expone el problema que ha sido delimitado a partir de los criterios que proponen. En primer lugar, se contextualiza el estudio en la línea de investigación sobre dominio afectivo y social en el marco de la formación inicial de maestros y se presenta el origen, el propósito y la justificación haciendo hincapié en los antecedentes sobre las emociones en la enseñanza de las ciencias (apartados I.1 y I.2). Finalmente, se exponen las preguntas de investigación, hipótesis y objetivos (apartado I.3).

En el capítulo II se desarrolla la revisión de la literatura científica que incluye el marco teórico y los antecedentes acerca de las emociones en la DCE (apartado II.2), las emociones en el Conocimiento Didáctico del Contenido (apartado II.3), la indagación y las cuestiones sociocientíficas como metodología de intervención emocional (apartado II.4), el clima de aula y su vinculación emocional en la formación inicial de maestros (apartado II.5).

En el capítulo III se caracteriza la investigación, posicionándole en los presupuestos del paradigma de la complejidad, el enfoque mixto y la investigación-acción (apartado III.2). Seguidamente, se contextualiza la investigación en la docencia universitaria correspondiente a la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I del Grado de Maestro en Educación Primaria (apartado III.3). Más adelante, presentamos la intervención de regulación emocional, el problema sociocientífico, las actividades y estrategias que constituyen las fases de la investigación escolar (apartado III.4). Luego, se exponen los estudios que conforman el diseño de la investigación (apartado III.5), se caracteriza a los participantes (apartado III.6), las técnicas e instrumentos para la recolección de la información (apartado III.7), las técnicas de análisis de datos (apartado III.8) y la descripción del sistema de categorías (apartado III.9).

Seguidamente, en el capítulo IV se presentan y analizan los resultados sobre las emociones que se exhiben al comienzo del curso respecto a las dimensiones asignatura, contenidos científicos, metodología indagatoria, profesora y clima de aula, los cuales representan en primera instancia el diagnóstico preliminar para el diseño de la intervención, y, en segundo lugar, la aportación de evidencias suficientes de validez y fiabilidad del cuestionario. Más adelante, se presentan los resultados correspondientes al estudio exploratorio y correlacional inicial (apartado IV.2) y el análisis del estudio factorial y comparativo (apartado IV.3).

En el capítulo V se analizan e interpretan los resultados correspondientes al estudio longitudinal, multivariante y comparativo sobre el cambio de las emociones, considerando los momentos antes (apartado V.2.1), durante (apartado V.2.2) y después (apartado V.2.3) de la intervención.

El capítulo VI presenta los resultados del estudio sobre la interacción de las emociones en la práctica de aula en el que se establecen las causas del cambio de las emociones y se identifican los obstáculos, cuya interpretación se basa en el marco del modelo de conocimiento profesional.

Más adelante, en el capítulo VII se presenta la discusión y triangulación de los resultados del análisis intergrupo que representa la combinación de los resultados de la intensidad de las emociones correspondiente a los tres momentos y los derivados del tratamiento de la entrevista y las observaciones de clase. Los hallazgos se discuten a la luz del marco teórico.

Finalmente, en el capítulo VIII presentamos las conclusiones que guardan relación con los problemas y las hipótesis (apartado VIII.1), exponemos las limitaciones del estudio (apartado VIII.2), proponemos las implicaciones formativas (apartado VIII.3) y perspectivas futuras de investigación (apartado VIII.4).

PRIMERA PARTE

**FUNDAMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN,
CONTEXTUALIZACIÓN Y MARCO TEÓRICO**

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Contenido General del Capítulo I.

- I.1. Introducción.
- I.2. Origen, propósito y justificación del problema de investigación.
- I.3. Preguntas de investigación, objetivos e hipótesis.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

I.1. Introducción

La ruta hacia una sociedad que asume la investigación e innovación responsable como ejes fundamentales para el desarrollo sostenible está trazada por la calidad de la educación científica. Hazelkorn et al. (2015) la ubican en el centro de las metas educativas, pues es relevante una cultura de pensamiento crítico que asegure las competencias a los ciudadanos para la resolución de los problemas que les afectan en su cotidianidad y tomen las decisiones a partir de argumentos basados en pruebas junto con una carga emocional equilibrada. En la enseñanza de las ciencias existe actualmente un consenso bastante aceptado sobre la relevancia de la dimensión afectiva, debido a las aportaciones de la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE, en adelante) y la neurociencia que ponen de manifiesto la relación entre razón y emoción.

Según Mora (2016), desde hace un cuarto de siglo los conocimientos científicos sobre el cerebro humano han aportado datos sólidos que demuestran su naturaleza emocional aparte de racional. Esto refuta la idea construida por el liberalismo europeo que concebía la resolución objetiva de todos los problemas como un camino que llevaba a la verdad y felicidad. Consecuentemente, el autor señala el valor de la emoción y la curiosidad que permiten despertar la atención para después alcanzar el conocimiento. Por añadidura, sostiene que el aprendizaje y la memorización ocurren gracias a las capacidades plásticas del cerebro emocional. Así, dicha plasticidad, la influencia del entorno y del componente epigenético sobre los genes determinan las emociones, decisiones, relaciones sociales, pensamientos y comportamientos (Casafont, 2014).

Por otra parte, diversos autores describen la enseñanza como una labor afectiva (Garritz, 2010; Mellado et al., 2014; Zembylas, 2002), donde las emociones son el factor más influyente en la identidad profesional del profesorado (Shapiro, 2010), así como en el interés y disfrute de los estudiantes en temas científicos (Ainley y Ainley, 2011). Desde el modelo de conocimiento profesional y habilidad del profesorado (Gess-Newsome, 2015), las emociones asumen un rol como amplificadores y filtros en las acciones y decisiones de los profesores, así como en el rendimiento académico de los estudiantes.

Según King, Ritchie, Sandhu y Henderson (2015) es el tipo de actividad que se desarrolla en la clase lo que involucra emocionalmente a los discentes más que el contenido u objetivo seleccionado. Así, sus emociones pueden influir en los conocimientos, motivaciones y acciones en el aula (Boekaerts, 2011). Precisamente, Frenzel (2014) propone que los comportamientos de los estudiantes y docentes pueden ser catalogados como la causa y el efecto de las experiencias emocionales. Entonces, las emociones del profesor están relacionadas con la calidad de la enseñanza y los vínculos establecidos en las interacciones interpersonales que configuran el clima emocional de la clase (Hagenauer, Hascher y Volet, 2015).

En la formación inicial del profesorado de Ciencias Experimentales, la dimensión afectiva asume un rol determinante en el desarrollo de la propia vocación docente y la motivación hacia las experiencias de aprendizaje profesional, facilitadas por la socialización, reflexión, conocimientos metanivel, habilidades metacognitivas como la autorregulación y las creencias de autoeficacia.

De acuerdo con Zimmerman (2008), la autorregulación comprende los procesos autodirectivos a través de los cuales, los estudiantes transforman sus habilidades mentales en competencias académicas y requiere iniciativa personal, perseverancia y habilidad adaptativa. Desde una perspectiva sociocognitiva, el aprendizaje autorregulado incluye el planeamiento, la monitorización y la reflexión. También envuelve la autoeficacia, entendida como las propias creencias sobre la capacidad para aprender (Zimmerman, Kitsantas y Campillo, 2005), relevante en la motivación y el interés (Bandura, 1997). De acuerdo con Encarnaçao (2016) la percepción de autoeficacia influye sobre las actitudes y los procedimientos, de esta forma, el estudiante se aproxima a las actividades que le despierta placer e interés.

Brígido y Borrachero (2011) indican que existe una correlación positiva entre el autoconcepto, la autorregulación y la autoeficacia en maestros en formación inicial (estudiantes, en adelante). Así, quienes muestran un autoconcepto positivo también poseen creencias altas de autoeficacia como docentes y creencias de autorregulación positivas en la enseñanza. Tras la realización de las primeras prácticas, manifiestan un incremento de las creencias de autoeficacia, en comparación con el momento previo de ese periodo formativo, lo cual varía en función de la asignatura científica impartida (Fernández, Borrachero y Brígido, 2014). Ante este panorama, Brígido, Borrachero, Bermejo y Dávila (2014) sostienen que la implementación de programas de intervención emocional puede transformar las creencias de autoeficacia negativas ante la enseñanza de las ciencias.

Por todo ello, Mellado et al. (2014) inciden que la formación inicial del profesorado se convierte en un espacio para que éste pueda mejorar su autoeficacia, controlar y mejorar el efecto de sus emociones en la dinámica de aula. En primera instancia debe ser consciente de que es vulnerable emocionalmente y, en segundo lugar, incorporar estrategias de regulación a su conocimiento profesional y modelo didáctico que le permitan aumentar o disminuir la intensidad y duración de las experiencias emocionales.

En España, los futuros maestros de Educación Primaria inician su formación en enseñanza de las ciencias con una diversidad de conocimientos, habilidades, actitudes, emociones, valores, creencias, vivencias, potencialidades y predisposiciones. Estudios recientes muestran que la mayor parte llegan a las asignaturas de didáctica de las ciencias con baja formación científica y serias deficiencias, presentan un conocimiento científico poco aprendido, fragmentado y superficial (Greca, Meneses y Diez, 2017; Porlán et al., 2010), una visión deformada de la ciencia y la actividad científica (Escrivà-Colomar y Rivero-García, 2017), además de un cierto rechazo hacia las ciencias (De Pro y Nortes, 2016; Greca et al., 2017) que dificultan el aprendizaje de los conocimientos didácticos (De Pro Chereguini, De Pro Bueno y Serrano, 2017).

En este sentido, Bonil y Márquez (2011) indagaron sobre las experiencias de futuros maestros en relación con las clases de ciencias recibidas a lo largo de la escolaridad. Los hallazgos muestran que estos abandonan su formación científica conforme avanzan en su itinerario académico, además, existe correlación entre las emociones negativas y los modelos didácticos transmisivos.

Por su parte, Brígido, Borrachero, Bermejo y Mellado (2013) indican que los futuros maestros presentan emociones distintas sobre la futura enseñanza en función de si el contenido está relacionado con Ciencias de la Naturaleza o Física y Química. De este modo, predominan las emociones positivas para Biología y Geología mientras que para Física y Química las emociones negativas. Asimismo, las emociones que experimentaron como estudiantes de ciencia correlacionan con las emociones como futuros maestros.

A partir de un diagnóstico afectivo-profesional, García-Carmona y Cruz-Guzmán (2016) hallaron que la mayoría habían experimentado como estudiantes una ciencia escolar descontextualizada, poco funcional, con métodos de enseñanza y evaluación inefectivos. Esos estudiantes consideran el dominio del contenido disciplinar junto con la promoción de trabajos prácticos como competencias fundamentales para enseñar ciencias, aunque, al mismo tiempo catalogándolas como sus principales debilidades.

Estos autores subrayan que una mayor formación científica y una experiencia escolar positiva no son factores determinantes en el interés de los futuros maestros por enseñar ciencias. Por tanto, sugieren considerar las emociones al comienzo del curso, así como la integración de los contenidos de la ciencia escolar y su correspondiente Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC, en adelante); implicación formativa coherente con las recomendaciones de otros autores (García-Barros, 2016; Martínez-Chico, 2014). De acuerdo con Melo, Cañada y Mellado (2017), una combinación de emociones positivas y negativas tiene potencial para generar cambios en el CDC.

Según Mellado y González (2000), la influencia de los antecedentes escolares se manifiesta en la enseñanza fundamentada en los enfoques que preferían cuando eran estudiantes. Entonces, es generalmente aceptado que la formación inicial del profesorado debe facilitar experiencias reflexivas, innovadoras y colaborativas que contribuyan en el cambio de sus emociones, concepciones didácticas y conocimiento profesional, de tal forma que les permita identificarse con los presupuestos de un modelo didáctico alternativo basado en la investigación escolar y, por ende, asumirlo con seguridad y confianza como su modelo didáctico personal en la práctica educativa.

En efecto, en el estudio realizado por Rivero et al. (2017b) se evidencia que la implementación de cursos formativos que incorporan la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia, el diseño y reelaboración de propuestas de enseñanza indagatorias a partir del análisis crítico de los problemas profesionales y su contraste con la práctica educativa real facilita la transición de un modelo de enseñanza transmisivo hacia uno basado en la investigación escolar.

En la línea de Jiménez-Pérez y Wamba (2004), la reflexión sobre, en y para la práctica es un pilar sobre el que se fundamenta la búsqueda de modelos didácticos personales que conduzcan al desarrollo profesional. Para ilustrar esto, Borrachero, Dávila-Acedo, Costillo y Mellado (2017) diseñaron y desarrollaron un programa de intervención con futuros profesores para que reflexionaran como estudiantes y docentes acerca de sus emociones hacia las ciencias. Esta intervención permitió a los participantes aprender a identificar, valorar y regular las emociones que les generaba las prácticas de enseñanza, comprender a los estudiantes y mejorar el clima de aula.

Ahora bien, los antecedentes anteriores ponen de manifiesto la importancia de conocer cómo cambian e interaccionan las emociones de los futuros maestros en una asignatura de DCE. Para ello, hemos diseñado e implementado una intervención indagatoria con carácter metaemocional y metacognitivo que gira en torno a una cuestión sociocientífica sobre construcción hotelera en un Parque Natural de España, de tal forma que los estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria aprendan a diagnosticar y autorregular sus emociones mientras buscan evidencias, argumentan, discuten de manera crítica y realizan conexiones con aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales.

En este escenario, la presente Tesis Doctoral analiza y describe el cambio de las emociones antes, durante y después de la formación inicial de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación, así como la interacción de las emociones en la práctica de aula, identificando las causas y detectando los obstáculos implicados, de tal forma que den lugar a implicaciones para la formación emocional de los maestros.

I.2. Origen, propósito y justificación del problema de investigación

Este trabajo tiene su origen en la línea de investigación *Los dominios social y afectivo en Didácticas Específicas* del Programa Oficial de Doctorado en Investigación en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales, Sociales, Matemáticas y Actividad Física y Deportiva de la Universidad de Huelva y la Universidad de Extremadura. La fase empírica se ha llevado a cabo en el contexto natural de formación docente, gracias al aporte académico del equipo investigador y docente de Didáctica de Ciencias Experimentales que integra el Grupo de Investigación DESYM (Formación Inicial y Desarrollo Profesional de los Profesores de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas) del Departamento de Didácticas Integradas.

Esta línea de investigación se enfoca en dos ejes fundamentales: las emociones en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias en la Educación Primaria, Secundaria y Universidad, asimismo las emociones del profesorado; ambos ejes estudian las emociones respecto a los contenidos científicos, sus causas y relación con creencias de autoeficacia y autorregulación. También, con el propósito de la formación de profesorado emocionalmente competente desarrolla programas de

intervención afectivos y metacognitivos que transitan desde el diagnóstico, pasando por el desarrollo del CDC hasta la autorregulación emocional.

En nuestro país, la línea sobre dominio afectivo apoyada por ambas universidades y con el financiamiento de diversos proyectos I+D ha generado aportaciones relevantes para la investigación nacional e internacional en DCE. Por consiguiente, como fruto de esta línea se han presentado seis Tesis Doctorales y se están desarrollando dos más, una de las cuales corresponde la presente investigación.

Esos trabajos se centran en el estudio de las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de Ciencias, Física, Química y Tecnología en la Educación Secundaria de España y Portugal, el diseño e implementación de intervenciones para estudiantes de Educación Primaria y dirigidas a futuros maestros que pretenden el cambio en las emociones frente a diversas dimensiones de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (IBSE, por su acrónimo en inglés), así como en el análisis del CDC. Estas investigaciones aportan resultados como los siguientes:

- En la enseñanza, la selección de las actividades y la metodología condicionan los aspectos emocionales y sociales de los estudiantes, incidiendo en la motivación, la autorregulación y el aprendizaje del contenido (Encarnaçao, 2016).
- Un programa de enseñanza fundamentado en estrategias según los perfiles de inteligencias múltiples implica una mejora académica y emocional (Álvarez, 2017).
- Las emociones y las causas son diferentes según los contenidos científicos de la asignatura que se quiere aprender (Borrachero, 2015).
- Las emociones que muestran los estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria hacia el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias tienen su génesis en el recuerdo de sus antecedentes escolares que incide en la futura docencia (Brígido, 2014).
- En la formación inicial de los maestros, el desarrollo de programas de intervención emocional y seminarios prácticos facilita la superación de obstáculos, así como el cambio de las emociones frente a la metodología y el clima de aula, mostrándose un incremento en la frecuencia e intensidad de las emociones positivas y una disminución de las emociones negativas (Borrachero, 2015; Brígido, 2014; Dávila-Acedo, Borrachero, Cañada, Martínez y Sánchez, 2015; Marcos-Merino, Esteban y Gómez, 2016; Retana-Alvarado, De las Heras, Vázquez-Bernal y Jiménez-Pérez, 2018).
- Las emociones integradas con la historia personal y social de los profesores, sus creencias y representaciones cognitivas configuran el CDC e influyen en sus decisiones durante la enseñanza (Melo, 2015; Melo y Cañada, 2018).

Entonces, a partir de los antecedentes anteriores, el motivo del estudio se focaliza en la necesidad de abordar la educación emocional en la formación inicial desde un modelo de conocimiento

profesional que incluya CDC, de tal forma que los futuros maestros reafirmen su vocación, alcancen madurez emocional, pierdan el miedo hacia las ciencias y superen los obstáculos que interfieren en el cambio afectivo.

Gess-Newsome (2015) presenta un modelo constituido por conocimiento profesional del profesor y sobre tópicos científicos, amplificadas o filtrados por concepciones, afectos y contexto que influyen en la enseñanza. Dicho modelo incorpora el CDC entendido como un conocimiento profesional del profesor, que a su vez se considera como conocimiento base y como acción (Gess-Newsome y Carlson, 2013). En la enseñanza se establece un clima de aula; relaciones socioafectivas entre profesor y estudiantes que implican creencias, emociones y comportamientos que permean y/o amplifican el aprendizaje.

Entonces, partimos de la Hipótesis de la Complejidad (Vázquez-Bernal, Mellado, Jiménez-Pérez y Taboada, 2012), el profesor moviliza emociones a través de su modelo didáctico y CDC que influyen en reflexión, práctica y clima de aula; donde cambian las emociones de los futuros maestros en el transcurso de la intervención y en el aprendizaje sobre enseñanza de ciencias, particularmente sobre el contenido *ecosistema*.

En este propósito, consideramos que la aplicación de estrategias de autorregulación emocional junto con la metodología indagatoria como estrategia de enseñanza y aprendizaje puede actuar como un catalizador que potencie la interacción afectiva en la práctica de aula, así como el cambio de las emociones hacia la asignatura de Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I, los contenidos científicos, la propia metodología de indagación, la profesora y el clima de aula; cinco dimensiones de especial relevancia para la puesta en práctica eficaz de IBSE.

Recientemente, en el metaanálisis realizado por Aguilera et al. (2017) de la producción española sobre la enseñanza de las ciencias basada en la indagación, se muestra que las implicaciones educativas derivadas de las investigaciones son alentadoras debido al efecto positivo de la metodología indagatoria sobre la alfabetización científica de los estudiantes y profesores, apoyada por actitudes y emociones positivas. Los autores señalan que en los futuros maestros debe mejorarse el conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia, paliar las dificultades (inseguridad y falta de experiencia) en el desempeño de la metodología y corregir las emociones negativas.

Por consiguiente, en el presente estudio se persigue que los estudiantes incrementen sus emociones positivas para que logren implicarse cognitivamente en las actividades en un clima de aula distendido, sin que esto represente situarse en una zona de confort. Además, consideramos relevante la disminución de aquellas emociones negativas que podrían actuar como filtros del rendimiento académico, aunque también valoramos el efecto positivo de otras emociones que orientan a un mayor esfuerzo para la toma de decisiones en la resolución del problema.

Finalmente, pensamos que la indagación sobre cuestiones sociocientíficas puede mejorar el efecto de las emociones en la dinámica del clima de aula, fortaleciendo las relaciones interpersonales y

la empatía. Evidentemente, coincidimos con Garrido y Couso (2015) quienes sostienen que los futuros maestros también deben comprender los propósitos de dichas cuestiones; por consiguiente, la intervención que proponemos lleva consigo una selección cuidadosa de las estrategias didácticas y de gestión emocional para hacer explícitas sus características, atender a la reflexión, apoyo y *feedback* continuo entre estudiantes y formadora.

Los objetivos principales son describir el cambio en la intensidad de las emociones que experimentan los estudiantes hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, la profesora y el clima de aula; antes, durante y después de una intervención basada en un problema sociocientífico sobre el proyecto de construcción de hoteles en el interior de una zona protegida con alto valor ecológico, así como describir la interacción en la práctica a partir del modelo de conocimiento profesional.

El problema de investigación principal es el siguiente: *¿Hay un cambio en las emociones de maestros en formación inicial, según las distintas dimensiones de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación que se movilizan en el aula? ¿Cuáles son las causas?*

I.3. Preguntas de investigación, objetivos e hipótesis

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

- a) ¿Qué emociones experimentan los estudiantes de todos los grupos de Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I respecto a la asignatura, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, el profesor/a y el clima de aula al comienzo del curso? ¿Qué diferencias se establecen en la intensidad de las emociones en función del género?
- b) ¿Qué emociones exhiben los estudiantes del grupo de intervención al comienzo de la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I?
- c) ¿Cómo varían las emociones positivas y negativas hacia la asignatura, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, la profesora y el clima de aula, con una intervención indagatoria? ¿Qué cambios se detectan en las emociones en función del momento (antes, durante y después) de la intervención y el género?
- d) ¿Cuáles son las causas que facilitan el cambio en las emociones?
- e) ¿Cómo interaccionan las emociones en la práctica de aula?
- f) ¿Cuál es la naturaleza de los obstáculos que dificultan el cambio e interacción de las emociones?

La inmersión del investigador principal como observador participante de la dinámica de aula y la reflexión que se deriva de ese proceso cíclico de investigación-acción colaborativa, conduce a la formulación de las siguientes hipótesis, en consonancia con los problemas y objetivos. Estas hipótesis serán contrastadas más adelante a través del diseño metodológico:

- a) Al inicio, los estudiantes de todos los grupos de Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I experimentan emociones negativas en mayor medida por causa del recuerdo de su propia escolaridad y la relación con modelos didácticos transmisivos. Es posible que existan diferencias en la intensidad de las emociones positivas y negativas según el género debido a la naturaleza de los contenidos científicos que se imparten en la asignatura.
- b) Al comienzo del curso, el alumnado del grupo de intervención exhibe emociones negativas con mayor intensidad a diferencia de las emociones positivas, dado que exponen rechazo hacia la ciencia, miedo a la asignatura y al contenido, presentan un conocimiento poco sólido sobre los tópicos científicos, a causa de que en los ciclos formativos previos posiblemente vivenciaron una ciencia escolar descontextualizada, con una metodología y evaluación propias de modelos didácticos transmisivos.
- c) En el transcurso de la intervención, los estudiantes pueden experimentar emociones positivas con mayor intensidad en comparación con las emociones negativas, debido al uso de una metodología participativa, un contenido contextualizado, una profesora emocionalmente competente y un clima de aula que favorece las relaciones interpersonales. Es posible que existan diferencias significativas en las emociones positivas y negativas según el género y el momento de la intervención indagatoria, por causa de la aplicación de diversas estrategias de regulación emocional e indagación.
- d) Es posible intentar establecer causas del cambio en las emociones de los futuros maestros a partir de la reflexión de la formadora, la observación participante del investigador, la percepción de una profesora novel sobre la práctica de aula y la percepción de los estudiantes. El cambio respecto a la *asignatura* podría relacionarse con causas como las metas que esta persigue: que pierdan el miedo a la ciencia, comprendan que es de todos y que se puede enseñar de otra manera. En lo que refiere a los *contenidos científicos*, se abordan tópicos relacionados con la Biología (seres vivos y ecosistema) de manera integrada con contenidos didácticos, a partir de un ecosistema real donde se muestran las relaciones con el ámbito social y ambiental.

El cambio frente a la *metodología indagatoria* puede asociarse con el planteamiento de una cuestión sociocientífica que exige de los estudiantes un rol protagonista en la búsqueda de información, organización de evidencias, debate, reflexión crítica y empatía para la toma de decisiones. Además, pensamos que la propia educación emocional de la *profesora* contribuye en la transmisión de seguridad, disfrute y tranquilidad generando cercanía y

relaciones horizontales con los estudiantes. Precisamente, la integración de las actividades de indagación con diversas estrategias de autorregulación emocional como la reflexión y discusión sobre los acontecimientos que suceden en la clase, metáforas, lectura de cuentos, cápsulas científicas sobre el cerebro emocional, meditación, salidas fuera del aula, feedback, entre otras podrían representar las causas para facilitar el cambio de las emociones y las interacciones en el *clima de aula*.

- e) Desde el marco del modelo de conocimiento profesional que incluye el CDC y la Hipótesis de la Complejidad, hipotetizamos que las emociones de la formadora de DCE amplifican o filtran el conocimiento profesional de los contenidos científicos sobre el ecosistema. Seguidamente, en la interacción con el contexto de aula, las emociones se integran en la reflexión sobre la acción o planificación de la enseñanza a estudiantes particulares, definiendo un modelo didáctico y el CDC personal que se ajusta a dicho modelo declarado; a su vez, las emociones se integran a la reflexión en la acción donde también desarrolla el CDC a través de su habilidad en la práctica. En otras palabras, las emociones y el CDC de quien aplica la indagación establecen el tópico particular, que al mismo tiempo interacciona con el contexto de aula y el contexto social en el que se inserta la cuestión sociocientífica.

En ese espacio, la metodología indagatoria y las características de los estudiantes actúan como catalizadores para la conformación de un clima de aula propicio para las interacciones entre pares y formadora. Al mismo tiempo, las emociones de los estudiantes facilitan u obstaculizan el cambio afectivo y el aprendizaje. Finalmente, los resultados académicos informan a las bases del conocimiento profesional de la formadora, el conocimiento profesional de los tópicos específicos que conforman la asignatura y la práctica de aula. De esta forma, las emociones junto con la indagación permean todo el esquema del modelo, dicha metodología constituida por las prácticas científicas sienta sus bases en el conocimiento profesional de los tópicos específicos de ciencias y en la reflexión.

- f) El cambio de las emociones en los futuros maestros puede estar filtrado por la existencia de obstáculos de naturaleza *cognitiva, afectiva, ideológica, contextual* y *curricular*. A lo mejor, el no haber cursado en su mayoría un Bachillerato de Ciencias de la Naturaleza y Salud, así como estar expuestos en la Educación Secundaria Obligatoria a un currículum estructurado, cerrado y saturado de contenidos, incide en que al comienzo de la asignatura expongan un bajo dominio del conocimiento científico. Entonces, presentan un conocimiento muy concreto que les dificulta comprender la función de relación y la condición de equilibrio en el ecosistema, además no tienen adquirido el concepto de sistema.

Al inicio manifiestan miedo a la asignatura y al contenido, tienen el recuerdo de haber experimentado miedo hacia el profesor en sus antecedentes escolares, junto con un bajo nivel de madurez emocional y un fuerte rechazo en el transcurso de la intervención frente a una controversia sociocientífica, a caballo entre el desarrollo económico familiar y la

alteración del ecosistema en la comunidad. Estos obstáculos dificultan avanzar en la complejidad de la formación inicial sobre la enseñanza de las ciencias basada en la indagación, que requiere la mejora de las emociones positivas y la corrección de las emociones negativas.

En coherencia con los problemas e hipótesis anteriores, planteamos los siguientes objetivos:

- a) Diseñar y validar un instrumento para el diagnóstico y el análisis del cambio en las emociones.
- b) Describir las emociones que se exhiben al comienzo de la asignatura, en el alumnado de Maestro de Primaria.
- c) Establecer una propuesta de intervención basada en la metodología indagatoria para que los futuros maestros conozcan y autorregulen sus emociones.
- d) Describir el cambio en las emociones frente a la asignatura, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, la profesora y el clima de aula, en el transcurso de una intervención indagatoria.
- e) Establecer un sistema de categorías, con carácter tentativo, que nos permita analizar una práctica de aula que asuma importancia de las emociones a partir de un modelo de conocimiento profesional coherente con la denominada Hipótesis de la Complejidad, que incluya al menos, un nivel de partida, un nivel intermedio y uno de referencia para cada subcategoría, en consonancia con la dimensión técnica, práctica y crítica.
- f) Establecer las causas del cambio de las emociones y la naturaleza de los obstáculos implicados.

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LA LITERATURA CIENTÍFICA

Contenido General del Capítulo II.

II.1. Introducción.

II.2. Las emociones en la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

II.3. Las emociones en el Conocimiento Didáctico del Contenido del profesorado de Ciencias Experimentales.

II.4. Indagación y abordaje de cuestiones sociocientíficas como metodología de intervención emocional.

II.5. El clima de aula y su vinculación emocional en la formación inicial de maestros.

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LA LITERATURA CIENTÍFICA

II.1. Introducción

Este capítulo aporta el marco de referencia conceptual que permite la delimitación del problema de investigación, fundamentación de las hipótesis y formulación de las definiciones sobre los conceptos que entretengan todo el proceso de investigación. También, sitúa el estudio en una perspectiva histórica que fundamenta el estado de la cuestión a través del análisis de las teorías, investigaciones y antecedentes. El desarrollo teórico de este capítulo se realiza a partir de la revisión de la literatura nacional e internacional que incluye los procesos de detección, obtención y consulta de las principales fuentes primarias y secundarias actualizadas en las bases de datos.

En esta Tesis Doctoral convergen cuatro marcos conceptuales independientes, cuyas teorías y conceptos precisan el objeto de investigación y circunscriben las aportaciones comunes, de tal forma que aportan una visión integrada para la intervención e interpretación de los resultados. Esos marcos de referencia son los siguientes: las *Emociones en la Enseñanza de las Ciencias*, la *Educación Emocional*, el *Conocimiento Profesional del Profesor incluyendo el Conocimiento Didáctico del Contenido* (CDC), la *Educación Científica basada en la Indagación o Investigación Escolar* en el contexto de la formación inicial de los maestros de Educación Primaria.

Con el propósito de articular los diversos referentes en el discurso se presentan los siguientes puntos:

- Las emociones en la DCE que incluye antecedentes y perspectivas de investigación, conceptualización, componentes, causas, clasificación y medida. También, se incorpora la educación emocional que se fundamenta en un marco teórico con una perspectiva integradora, incluye la teoría de las inteligencias múltiples, el concepto de regulación emocional fundamentado en la inteligencia emocional y el desarrollo de las competencias emocionales.
- El modelo de conocimiento profesional del profesorado de Ciencias Experimentales que sitúa el CDC en toda la complejidad e interacción del proceso de enseñanza y aprendizaje, actuando como eje vertebrador de la investigación sobre las emociones de los maestros en su etapa escolar como estudiantes de Primaria, Secundaria y formación inicial; así mismo en dimensiones como la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, la profesora y el clima de aula en el contexto natural de docencia universitaria.
- La investigación escolar como modelo didáctico alternativo en la enseñanza de las ciencias que comprende conceptualización de indagación, cuestiones sociocientíficas, actividades, momentos y progresión en el aprendizaje.

- El clima de aula como medio de interacción entre variables cognitivas, afectivas y sociales que facilita u obstaculiza las relaciones entre pares y formadora.

El Marco Teórico se estructura en estos cuatro bloques pues consideramos que el proceso de aprender a enseñar Ciencias se lleva a cabo en una compleja red de relaciones multivariantes y multidireccionales donde intervienen dimensiones cognitivas, afectivas y sociales. La formadora de DCE integra sus emociones con el CDC personal en la reflexión sobre la práctica de aula y en interacción con el contexto, donde también desarrolla el CDC a través de su habilidad en la acción.

Por tanto, existe integración de reflexión y práctica que facilita la movilización del CDC y las emociones desde el modelo didáctico personal de la formadora hacia los maestros en formación inicial. La metodología indagatoria actúa como catalizador que facilita el cambio de las emociones, así mismo las características de los estudiantes y de la profesora formadora amplifican o filtran la conformación de un clima de aula adecuado para el aprendizaje (ver figura II.1).

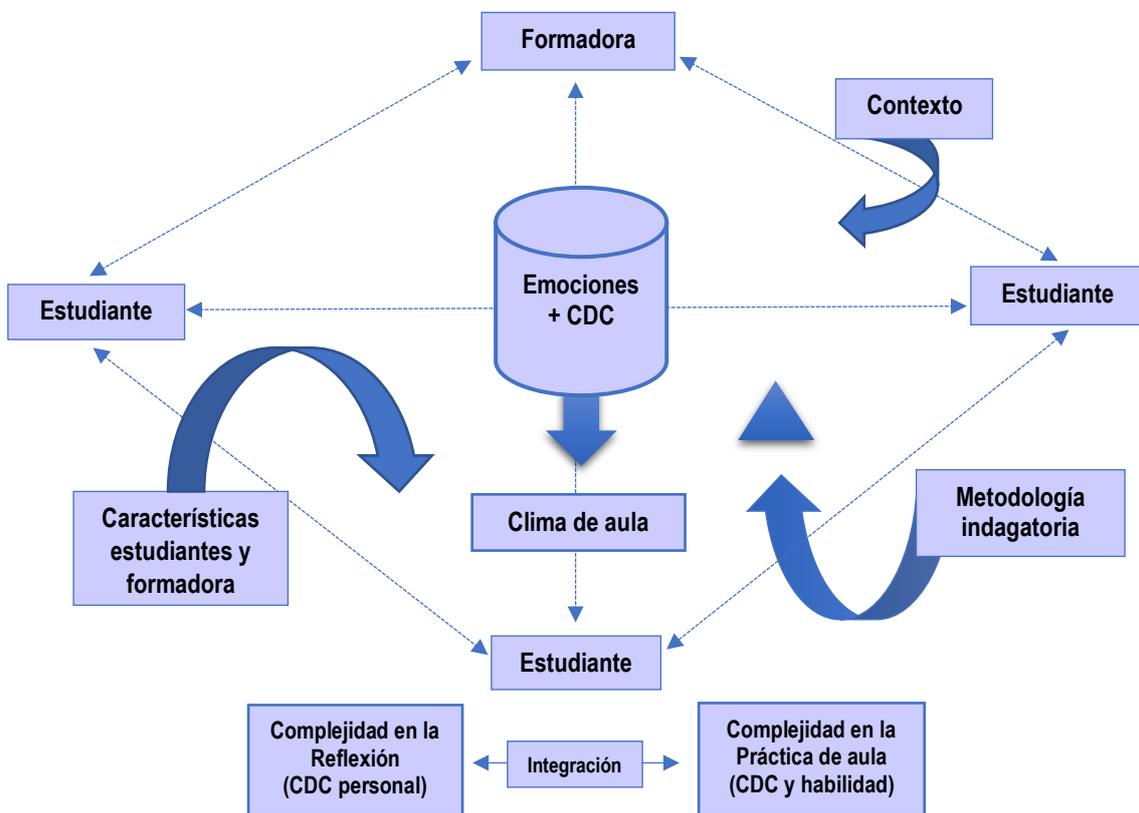


Figura II.1. La complejidad de la interacción de las emociones en el clima de aula. Fuente: Elaborado en el marco de la reflexión académica por Retana-Alvarado y Jiménez-Pérez (2018).

En primer lugar, se evidencia en la literatura un interés creciente entre la comunidad académica nacional e internacional respecto a la investigación sobre las emociones en la educación y especialmente en la DCE, disciplina en la que existe un consenso bastante generalizado acerca de la influencia que asume el dominio afectivo sobre el rendimiento académico, la metacognición y autorregulación del aprendizaje (Mellado et al., 2014).

Anteriormente, se reconocían tres dominios en el aprendizaje de las ciencias: cognitivo, psicomotor y afectivo, este último incluía motivación, actitudes y creencias. Las emociones estuvieron olvidadas en la enseñanza de las ciencias prevaleciendo los aspectos cognitivos. En la actualidad, los avances de la neurociencia confirman que la anatomía y fisiología del cerebro condiciona el aprendizaje y las emociones de los estudiantes. En consecuencia, la enseñanza de las ciencias debe despertar curiosidad e interés, estimular las emociones positivas y con estas abrir las ventanas críticas a la memoria, atención y pensamiento (Mora, 2016).

En la literatura se aprecia que los estudios sobre emociones comprenden los diferentes niveles del sistema educativo español, desde la educación primaria hasta la formación inicial y el desarrollo profesional del profesorado. Se evidencia una evolución favorable en las publicaciones sobre emociones en Educación Secundaria, formación inicial de maestros de Educación Primaria y del profesorado de Secundaria.

Recientemente, ha surgido el interés por el estudio de las emociones que experimentan los maestros de Educación Infantil al impartir contenidos de ciencias (Bravo, 2017). Esta autora halló que experimentan alegría, felicidad, amor y vergüenza cuando enseñan contenidos relacionados con áreas como conocimiento de sí mismo, autonomía personal y conocimiento del entorno.

Estas investigaciones se han enfocado en el diagnóstico de las emociones y su relación con constructos como creencias de autoeficacia docente, autoconcepto, autoestima, inteligencia emocional, género, asignaturas de ciencias, contenidos científicos y bachillerato cursado. Sin embargo, existen pocos estudios en Educación Primaria, algunos trabajos en Formación Profesional Básica por nuestro grupo de investigación (Moneo-Marín, Jiménez-Pérez y Jiménez-Palacios, 2017) y formación continua del profesorado de ciencias, así como en el diseño e implementación de intervenciones indagatorias basadas en estrategias de metacognición y gestión emocional que promueven el cambio emocional hacia diferentes dimensiones.

En segundo lugar, la Educación Emocional tiene como objetivo primordial el desarrollo de las competencias emocionales para que contribuyan al bienestar personal y social de los individuos (Bisquerra, 2016a). Desde esta perspectiva, encontramos en la literatura, la necesidad de incluir la educación emocional en la formación inicial y permanente del profesorado para que potencie el desarrollo de dichas competencias.

Los procesos formativos deben estimular la formación integral y madurez emocional mediante intervenciones con metodologías reflexivas y prácticas; se ha demostrado que presentan

beneficios en las relaciones interpersonales, el clima de aula, la reducción de conflictos, entre otros. En España y otros países integrantes de la Unión Europea está pendiente la inclusión de las competencias emocionales en los planes de estudios universitarios correspondientes a las titulaciones de Grado en Maestro de Educación Primaria adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior.

En tercer lugar, se presenta el modelo de conocimiento profesional del profesorado de Ciencias y su habilidad en la enseñanza (Gess-Newsome, 2015) que permite en nuestra investigación analizar la interacción entre las emociones y el CDC de una formadora de Didáctica de las Ciencias Experimentales mientras realiza la enseñanza con un grupo de maestros en formación inicial en un contexto natural de docencia universitaria. Es un modelo complejo y dinámico constituido por las bases del conocimiento profesional del profesor; el conocimiento profesional sobre los tópicos científicos; concepciones, orientaciones, conocimientos previos, contexto y afectos que funcionan como filtros o amplificadores de esos conocimientos.

Se ubica al CDC en la práctica de aula y se concibe como un atributo personal del profesor considerado como conocimiento base y como acción en la planificación y ejecución de la enseñanza en un contexto particular. También, se considera que los estudiantes poseen emociones, creencias, conocimientos, motivaciones y comportamientos que facilitan u obstaculizan sus resultados académicos y, por ende, el aprendizaje, los cuales a su vez informan al conocimiento genérico de la profesión docente y conocimiento canónico sobre los contenidos científicos.

Finalmente, desde una perspectiva constructivista, en la Educación Científica basada en la Indagación, los docentes utilizan un modelo didáctico alternativo que promueve el aprendizaje acerca de la indagación científica, los conceptos de ciencia y la naturaleza de la ciencia a través de un proceso indagatorio (Crawford, 2014). Como señala Couso (2014), la indagación o investigación escolar no es un contenido a aprender, sino una forma de enseñar y aprender contenidos conceptuales científicos de y sobre ciencia.

La metodología indagatoria es una herramienta idónea para alcanzar los objetivos de la educación científica: saber ciencias, hacer ciencias y saber ser. A través de la indagación se fomenta la curiosidad de los estudiantes quienes aprenden a confrontar la realidad, experimentar y contrastar sus concepciones alternativas con las ideas científicas frente a los fenómenos (Charpak, 2005).

Esta metodología también incluye la resolución de cuestiones sociocientíficas cuyo objetivo es promover el empoderamiento de los estudiantes para que tomen decisiones fundamentadas en pruebas respecto a los problemas sociales que tienen una base científica, de tal forma que desarrollen habilidades de argumentación y autonomía (Reis y Galvão, 2004; Solbes y Torres, 2012; Zeidler, 2014) en un contexto promotor del activismo, donde los estudiantes asumen una posición comprometida como ciudadanos en torno a los temas de la ciencia.

II.2. Las emociones en la Didáctica de las Ciencias Experimentales

En el X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, organizado por la revista *Enseñanza de las Ciencias* y celebrado en la ciudad de Sevilla (España) en 2017, la comunidad académica internacional de profesores e investigadores del Área reflexionó acerca de la educación científica y el rol de las emociones en el contexto científico actual. Se evidenció un consenso sobre la necesidad de estimular el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes; es decir, ofrecer oportunidades y condiciones para que sean capaces de desarrollar un pensamiento independiente y tener la capacidad de analizar discursos que justifiquen las desigualdades sociales.

El puente entre ese pensamiento y el desarrollo de los estudiantes en las prácticas científicas se construye mediante actividades que implican la toma de decisiones y el debate acerca de cuestiones científicas con conciencia social. En este sentido, una enseñanza de las ciencias más directa debe introducir rigor y creatividad; el primero, con el propósito de que el estudiante forme parte de las prácticas científicas y argumente; la segunda, para que diseñe las actividades prácticas y tome las decisiones con libertad, responsabilidad y, en cierto modo, de felicidad.

Por tanto, para superar este desafío de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, las clases deberían ser motivadoras, basadas en las emociones, dedicarse a los problemas cotidianos, salir fuera del aula, trabajar por proyectos, promover la participación de hombres y mujeres en iguales condiciones, vencer la falsa concepción de que la ciencia no siempre es divertida, aunque puede ser así, pero se puede forjar; educar para el fracaso como un mérito, una enseñanza capaz de introducir la curiosidad, puesto que esta es el chispazo que enciende la emoción. Claro está que las vocaciones científicas solo se forman en aquellos contextos que lo permiten, pero antes está la necesidad de formar individuos culturalmente educados.

Desde la conformación de una Didáctica de las Ciencias Experimentales que incluye las emociones se parte de la premisa que todo sistema racional posee un fundamento emocional; es decir, todas las acciones y pensamientos están enlazados a emociones que les da sentido (Otero, 2006). A pesar de que se consideró que el afecto y cognición son caras opuestas de la misma moneda (Tytler, 2014), ahora existe bastante consenso en que esa relación es equivalente y determina una educación científica efectiva.

Estos planteamientos que reafirman la relevancia de las emociones en la enseñanza, el aprendizaje significativo y la creación de condiciones particulares para la formación docente se corresponden con el constructivismo; un marco teórico que en las últimas cuatro décadas ha enfatizado en el cambio conceptual y las concepciones alternativas de los estudiantes (Mellado et al., 2014). El cambio conceptual está afectado por la motivación (Pintrich, Marx y Boyle, 1993; Sinatra, 2005) y las emociones que actúan como motivo para el procesamiento cognitivo de la información y acción.

En la formación inicial de maestros de Educación Primaria, la progresión del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias debe acompañarse de un cambio en las emociones y concepciones sobre ámbitos curriculares como los contenidos escolares, las ideas de los estudiantes, la metodología y la evaluación (Hamed, Rivero y Martín del Pozo, 2016; Rivero, Martín del Pozo, Solís y Porlán, 2017a, Rivero, Martín del Pozo, Solís, Azcárate y Porlán, 2017b); en un clima de aula idóneo donde se establecen relaciones afectivas auténticas entre formador y futuros maestros (Retana-Alvarado, De las Heras-Pérez, Vázquez-Bernal y Jiménez-Pérez, 2018a).

Diversos autores reconocen la importancia de las emociones en la enseñanza y formación docente (Hargreaves, 1998; Kelchtermans y Deketelaere, 2016; Mora, 2016; Schutz, 2014; Sutton y Harper, 2009), en particular, la Didáctica de las Ciencias Experimentales (Garritz, 2009; King, Ritchie, Sandhu y Henderson, 2015; Mellado et al., 2014; Ritchie et al., 2013; Zembylas, 2004), pues factores emocionales como interés, disfrute y participación de los estudiantes en las actividades científicas son predictores significativos de su futuro interés en ciencia (Ainley y Ainley, 2011; Lin, Hong y Huang, 2012).

En la investigación educativa ha incrementado el interés en cómo las emociones configuran el compromiso y aprendizaje de los estudiantes (Linnenbrik-Garcia y Pekrun, 2011). Por ejemplo, se encontró que las emociones están relacionadas de forma significativa con la motivación, las estrategias de aprendizaje, los recursos cognitivos, la autorregulación y el rendimiento académico (Pekrun, Goetz, Titz y Perry, 2002).

Asimismo, las intensidades de las emociones epistémicas cambian con el tiempo en función de las tareas y existe una relación significativa con el valor que se le atribuye a dichas actividades y la utilización de estrategias metacognitivas (Pekrun, Vogl, Muis y Sinatra, 2017). En esta línea de investigación, Encarnação (2016) demostró la existencia de una fuerte correlación entre los dominios metacognitivos, afectivos y sociales que facilitan el aprendizaje autorregulado de los contenidos científicos en un proceso donde la selección de las actividades y la metodología condicionan la motivación y las emociones de los estudiantes.

Durante mucho tiempo, las emociones estuvieron olvidadas, eran un tema considerado innecesario en diversas áreas del conocimiento (De la Nuez y Wences, 2016). Actualmente, estamos entrando en una nueva cultura en la que convergen humanidades y ciencias, de tal forma que todas las disciplinas posean una raíz evolutiva y neurobiológica que permitan revalorizar las emociones en el aprendizaje, proceso educativo que debe despertar la curiosidad y fomentar el pensamiento crítico (Mora, 2016).

En este sentido, Bächler y Pozo (2016) sostienen que las emociones se han revalorizado en la educación debido a un cambio de enfoque que cuestiona el dualismo histórico cognición-emoción. Estos autores señalan la posible existencia de dos enfoques de relaciones entre las emociones y los procesos de enseñanza y aprendizaje. El primero, considera que la producción del

conocimiento se produce por funciones cognitivas, sustentado por la filosofía y psicología que tradicionalmente separaban emoción y cognición. El segundo, concibe el aprendizaje como proceso afectivo-cognitivo, donde las emociones constituyen el inicio de la enseñanza y el aprendizaje asumiendo una función central.

Puesto que la Didáctica de las Ciencias Experimentales es una disciplina relativamente joven, inicialmente se reconocían tres dominios en el aprendizaje: cognitivo, psicomotor y afectivo. El primero, comprende la adquisición de conceptos y hechos para la resolución de problemas; el segundo, incluye el desarrollo de destrezas y habilidades físicas; y el tercero, incorpora constructos como actitudes, valores, creencias, intereses y motivación (Simpson, Koballa y Crawley, 1994).

Las emociones pasaron prácticamente inadvertidas dentro de la comunidad científica porque se les consideró impropias de los procesos de la ciencia. En este sentido, Zembylas (2004) señala que la enseñanza de las ciencias ha demandado el desarrollo de la razón sobre la emoción. En otras palabras, estuvo influenciada por concepciones positivistas y empiristas que ubican la construcción del conocimiento científico como proceso objetivo y metódico, en el que la racionalidad, la observación y los datos experimentales prevalecen sobre la subjetividad.

Como señalan Koballa y Glynn (2007), las dimensiones afectivas del aprendizaje de las ciencias recibieron menos atención de parte de los investigadores debido a la imagen arquetípica de la ciencia, donde la razón está separada de la emoción, incidiendo mayoritariamente en los aspectos cognitivos. Estos autores sostienen que las actitudes y la motivación se convirtieron en los constructos más importantes del dominio afectivo, pero los sentimientos y las emociones eran consideradas como actitudes en la investigación sobre Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Por ejemplo, desde una perspectiva sociocognitiva, Dos Santos y Mortimer (2003) analizan la interacción entre una profesora y sus estudiantes focalizando en cómo las emociones y los sentimientos facilitan u obstaculizan la dinámica de las interacciones en la clase y afirman que estos constructos son el corazón de las actitudes hacia la ciencia. En la investigación sobre formación continua de maestros se aprecia que las actitudes hacia la ciencia son operacionalizadas en conjunto como nociones, emociones y acciones (García-Ruiz y Orozco, 2008). Lin et al. (2012) confirman que los factores emocionales se solapan con dichas actitudes.

De acuerdo con Tytler (2014), las actitudes hacia la ciencia han recibido constante atención de parte de la investigación educativa porque se consideran un aspecto fundamental para el aprendizaje, el compromiso en las actividades científicas de la clase y la participación en la ciencia post obligatoria. Desde una perspectiva de alfabetización científica, las actitudes se incluyen en los currículos escolares a través de los contenidos y competencias, en aras de contribuir en la preparación de ciudadanos comprometidos con la ciencia y formación de científicos.

En España, la investigación sobre el dominio afectivo apoyó sus bases sobre la línea inicial de las actitudes hacia la ciencia, en un contexto europeo en el que se manifiesta una merma en el interés

de los jóvenes por los estudios de ciencias, matemáticas e ingenierías, así como un retraso en el desarrollo de la competencia científica, cuya causa radica en la forma en cómo se enseña ciencias en los niveles básicos de Educación Primaria y Secundaria (Rocard et al., 2007). En este sentido, la Comisión Europea sostiene que en la mayoría de sus países prevalece una educación científica transmisiva porque el profesorado evita estrategias basadas en la indagación, pues reconoce que ese modelo alternativo exige una comprensión de la ciencia de mayor complejidad.

Al respecto, Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2007b) argumentan que, con el objetivo de formar futuros científicos, la enseñanza de las ciencias ha tenido una orientación positivista abusiva, reflejándose en clases poco atractivas donde se transmiten contenidos abstractos y carentes de conexión con los intereses y experiencias de los estudiantes, quienes a su vez experimentan desinterés, huyen del aburrimiento y dificultad que caracteriza a esos procesos. Los autores consideran decisiva la presencia de los aspectos afectivos, actitudinales y emocionales en la Didáctica de las Ciencias Experimentales, pues afirman que las vocaciones pueden ser influidas significativamente por la orientación de la educación científica y los currículos escolares.

En el ámbito internacional muchos estudios han identificado un decline de las actitudes con la edad, los estudiantes de primaria tienen actitudes hacia la ciencia más positivas a diferencia de las que poseen conforme avanzan en los siguientes niveles de escolarización (COSCE, 2011; Koballa y Glynn, 2007; Marbà-Tallada y Márquez, 2010; Tytler et al., 2008; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2008); consideran la ciencia escolar poco atractiva, pues son frecuentes las explicaciones del profesor, la resolución de ejercicios y el escaso uso del laboratorio (Pérez y Pro, 2013).

Además, las actitudes junto con el interés hacia la ciencia, la participación en actividades científicas escolares como las Ferias de Ciencia y Tecnología, las lecciones que evidencian aplicaciones prácticas y los buenos profesores influyen en la elección de asignaturas y de carreras universitarias, pues les permite motivarse y desarrollar otros factores asociados a la dimensión afectiva del aprendizaje (Oliva et al., 2004; Retana-Alvarado y Fallas, 2013; Retana-Alvarado y Vázquez-Bernal, 2016a, 2016b y 2016c; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2015).

En cuanto al género, los chicos tienen actitudes más favorables hacia las ciencias que las chicas; los varones se sienten más atraídos por Física, Química y Tecnología mientras que las mujeres muestran mayor preferencia por Salud y Ciencias Biológicas (Koballa y Glynn, 2007; Sjøberg y Schreiner, 2005; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2008). Aún, las mujeres son poco representadas en estudios de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas pues persisten estereotipos de género que asocian la retribución económica y el prestigio al hombre, asimismo la dedicación y el cuidado a la mujer (Rossi y Barajas, 2015).

Respecto a los maestros en formación inicial presentan actitudes favorables hacia la ciencia, siendo más positivas en aquellos que cursaron un bachillerato en la especialidad de Ciencias de

la Naturaleza o Salud. También, existen diferencias respecto al género; los hombres poseen actitudes más positivas hacia el aprendizaje de las asignaturas científicas (Brígido, 2014).

Por su parte, García-Ruiz y Orozco (2008) determinaron que, a través de una intervención didáctica basada en la reflexión sobre estrategias potenciales para la enseñanza de las ciencias, los maestros en formación continua logran cambiar actitudes poco favorables hacia las ciencias. En este sentido, las autoras sugieren que el cambio positivo se puede alcanzar mediante la reflexión acerca de las propias actitudes y la práctica de aula.

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) (M.P.A.T., 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; Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008). Más adelante, en 2006 se implementó la Ley Orgánica de Educación (LOE) que incluye la argumentación y el desarrollo de las competencias científicas que promovían la contextualización de las ciencias y la formación inicial generalista de los maestros de Educación Primaria.

Con la incorporación de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) (MECD, 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 a través de un currículo basado en las Competencias Básicas en Ciencia y Tecnología que incluye contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Esas competencias se presentan como clave para el desarrollo de los ciudadanos desde una perspectiva de alfabetización científica (COSCE, 2011). La reforma en vigor propone la enseñanza basada en la ciencia cotidiana, en contraposición con una formación propedéutica.

Por otra parte, el racionalismo que considera el dominio afectivo como obstáculo para el razonamiento y la toma de decisiones ha sido refutado gracias a los avances científicos sobre el cerebro emocional. Así, la neurociencia representa un nuevo paradigma que permite el retorno de las emociones (De la Nuez y Wences, 2016; Mora, 2016) y esos conocimientos neurobiológicos son reconocidos actualmente en la Didáctica de las Ciencias Experimentales. La agenda de investigación aborda el diagnóstico de las emociones sobre asignaturas científicas, contenidos concretos, sus causas, consecuencias y beneficios; la relación con diversas variables como el género, las metodologías indagatorias, el clima de aula y las creencias de autoeficacia; así como el diseño de intervenciones que promueven la metacognición y autorregulación emocional (Mellado et al., 2014).

La línea del dominio afectivo en Didáctica de las Ciencias Experimentales ha evolucionado de forma sobresaliente en España durante la última década, gracias al desarrollo de una amplia

diversidad de estudios y Tesis Doctorales que se enmarcan en el contexto de Proyectos de Investigación y Desarrollo (I+D) y Seminarios de Investigación coordinados por la Universidad de Extremadura y Universidad de Huelva respectivamente. Los marcos teóricos de esos trabajos se fundamentan en aspectos constructivistas, psicológicos, neurobiológicos, sociológicos y epistemológicos.

De esta forma, se adoptan las perspectivas que señalan Hugo, Sanmartí y Adúriz-Bravo (2013): la neurobiológica (Damasio, 2005), que destaca la conexión de la mente con el cuerpo y la emoción con la acción; la socioconstructivista (Hargreaves, 1998, Zembylas, 2003) que enfatiza el rol de las emociones en el contexto escolar y la identidad profesional del profesor; la sociocognitiva (Pekrun, 2006) que considera la emoción como mediadora entre el pensamiento y el contexto; y la interaccionista (Zembylas, 2003) que busca una integración holística en la enseñanza.

Los estudios sobre emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias han cubierto gran parte de los niveles educativos básicos en diversos contextos europeos (por ejemplo España y Portugal) y asignaturas del ámbito formal correspondientes a la Educación Primaria (De las Heras-Pérez, Reyes, De Orta y Romero, 2017; De Orta, Reyes y De las Heras-Pérez, 2016), Educación Secundaria Obligatoria (Álvarez-Gragera, 2017; Dávila-Acedo, 2017; Dávila-Acedo, Borrachero, Cañada y Sánchez, 2017; Encarnaçao, 2016; Encarnaçao, Jiménez-Pérez y Vázquez-Bernal, 2013; Ramírez y Dávila-Acedo, 2017; Sánchez-Martín, Álvarez-Gragera, Dávila-Acedo y Mellado, 2017; Vázquez-Bernal y Jiménez-Pérez, 2016), Bachillerato y Formación Profesional Básica (Moneo-Marín et al., 2017).

También, se aprecia una evolución en estudios sobre el dominio afectivo en la formación inicial de los maestros de Educación Primaria (Amat y Sellas, 2017; Brígido, 2014; Dávila-Acedo, Borrachero, Cañada, Martínez y Sánchez, 2015; Marcos-Merino, Esteban y Gómez, 2016; Retana-Alvarado, De las Heras-Pérez, Jiménez-Pérez y Vázquez-Bernal, 2017; Retana-Alvarado et al., 2018a; Retana-Alvarado, De las Heras-Pérez, Vázquez-Bernal y Jiménez-Pérez, 2018b) y del profesorado de Educación Secundaria en Ciencias, Tecnología y Matemáticas (Borrachero, 2015a y 2015b; Borrachero, Dávila-Acedo, Costillo y Mellado, 2017; Costillo, Borrachero, Brígido y Mellado, 2013; Hugo, 2008; Hugo et al., 2013; Martínez-Borreguero, Naranjo y Maestre, 2017; Mellado, de la Montaña, Luengo y Bermejo, 2017a; Mellado, de la Montaña, Luengo y Bermejo, 2017b).

En el ámbito internacional, menos del 10% de los artículos publicados en las revistas *Journal of Research in Science Teaching*, *Science Education* e *International Journal of Science Education* del periodo 2001 a 2011 tratan la perspectiva emocional sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias; estas investigaciones se focalizan en constructos como interés, motivación, actitudes y autoeficacia (Fortus, 2014).

Con referencia a lo anterior destacamos y complementamos la síntesis que presentan King et al. (2015) de diversos estudios en las principales áreas: las expresiones emocionales y la regulación de las emociones de los estudiantes en las clases de ciencias (Da Silva, Rico, Souza y Losch de Oliveira, 2015; Ritchie, Tobin, Hudson, Roth y Mergard, 2011; Tomas y Ritchie, 2012; Tomas, Rigano y Ritchie, 2016), el clima emocional en la formación inicial de los maestros (Bellocchi et al., 2014), la labor emocional en la enseñanza (Zembylas, 2004), las emociones de los profesores durante la implementación de tareas de investigación (Ritchie et al., 2013), las diferencias en la experimentación de emociones positivas y negativas por profesores de ciencias en función del género (Borrachero, Brígido, Mellado, Costillo y Mellado, 2014) y las emociones en el CDC de profesores en ejercicio (Melo, Cañada y Mellado, 2017; Melo, Cañada, Mellado y Buitrago, 2016).

En los últimos años, las investigaciones sobre el dominio afectivo y el profesorado se han expandido y diversificado. Estas se clasifican en siete temas fundamentales: identidad y aprendizaje profesional; agotamiento emocional; relaciones afectivas; contextos históricos, sociales y políticos; impacto de los profesores sobre las emociones de los estudiantes; inteligencia emocional, habilidades y conocimiento; los cuales abarcan desde los niveles básicos, la formación inicial hasta el desarrollo profesional (Uitto, Jokikoko y Estola, 2015).

Por ejemplo, estos autores señalan que desde 1985 a 2014 se publicaron más de 70 artículos sobre las emociones de los profesores en la revista *Teaching and teacher education*, de los cuales 38 corresponden al periodo 2009-2014, lo que evidencia el creciente interés de la comunidad científica internacional acerca de la relación entre emoción y cognición en la enseñanza.

II.2.1. Conceptualización y naturaleza de las emociones

El estudio sobre las emociones comenzó desde las Ciencias Experimentales en el siglo XIX y se divulgó gracias a las aportaciones de Darwin quien publicó *El origen de las especies* y *La expresión de las emociones en el hombre y en los animales*. El científico creyó que había distintos tipos de expresiones emocionales y que las emociones básicas eran estados subjetivos (sentimientos) expresados en los comportamientos típicos de las especies. Los cambios fisiológicos y comportamentales producidos por el cuerpo ante la conciencia de la emoción son considerados como expresiones desde la teoría sobre Evolución por Selección Natural (Darwin, 1859 y 1872).

Más adelante, Dewey (1895) examina *La expresión de las emociones en el hombre y en los animales* (Darwin, 1872) y propone la Teoría de la Emoción. Este autor sostiene que las emociones son la conciencia de eventos fisiológicos o conductuales en el cuerpo. Su visión incluye tres dimensiones integradas en los estados emocionales: comportamental, cognitiva y sentimiento. Así, las emociones son modos de comportamiento con una base instintiva en acciones útiles para la supervivencia. Su dimensión cognitiva y sentimiento derivan de esos hábitos de comportamiento (Cunningham, 1995).

Esas teorías sobre la naturaleza de la emoción quedaron alejadas durante décadas debido a la influencia del racionalismo en la ciencia. Afortunadamente, los avances actuales de la neurociencia ofrecen evidencias empíricas sobre las afirmaciones de Dewey (Cunningham, 1995) y también reconocen que una buena educación produce cambios en el cerebro que contribuyen en emociones, aprendizaje y desarrollo evolutivo (Mora, 2016). Este autor señala que, en esa nueva cultura basada en el cerebro, la relación entre neurociencia, psicología y otras disciplinas es relevante para mejorar los procesos educativos adaptados al medio. También, sostiene que en los círculos contemporáneos sobre la enseñanza es de interés el tema sobre el funcionamiento cerebral porque la investigación neurocientífica ha puesto en valor la importancia que elementos como la curiosidad, atención, emoción y cognición tienen sobre el aprendizaje. En consecuencia, el estudio sobre las emociones desde la perspectiva neurocientífica es de especial relevancia para la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Un ejemplo de esto es proporcionado empíricamente por Aydogan, Bozcurt y Coskun (2015), quienes revelan cómo las emociones del profesor inciden en la actividad cerebral de un grupo de estudiantes varones universitarios, medida mediante electroencefalogramas. Los hallazgos indican que su atención y reflexión es mayor a medida que el docente transmite emociones positivas a diferencia de cuando manifiesta emociones negativas.

En este sentido, si los docentes durante su desarrollo profesional integran esos conocimientos interdisciplinarios sobre el cerebro y dominio afectivo en sus prácticas de enseñanza, reflexionan acerca de su modelo personal de conocimiento profesional; asumiendo las emociones como componente que interacciona con dicho conocimiento, posiblemente serán capaces de propiciar tanto metodologías como climas de aula idóneos para el aprendizaje de sus estudiantes, quienes se sentirán cómodos para expresar sus pensamientos y emociones en la construcción de los conocimientos científicos escolares con libertad, autonomía, creatividad y bienestar.

En el escenario de la neurociencia se ha demostrado que la habilidad creadora del ser humano sienta sus bases en la capacidad plástica cerebral, la influencia del entorno y el componente epigenético sobre los genes (Casafont, 2014). Así, en la enseñanza de las ciencias es fundamental la creación de ambientes de aprendizaje afectivos, capaces de estimular nuevas sinapsis en el sistema nervioso central, cuyas conexiones entre neuronas permiten la memoria ejecutiva y el aprendizaje de los estudiantes (Mora, 2016). Esto puede promoverse mediante retos adaptados a sus entornos cercanos para participar en procesos indagatorios, tales como planteamiento de problemas sociocientíficos, búsqueda de pruebas y argumentación que requieren su implicación emocional e intelectual, al mismo tiempo que desarrollan habilidades motoras, metacognitivas, autorregulatorias y comunicativas.

Por su parte, la investigación neurobiológica sugiere que los sistemas del cerebro que intervienen en la emoción se superponen con aquellos que median la cognición (Gray, 1990). En suma, este órgano vital en la evolución y supervivencia humana se ha catalogado como cerebro emocional,

pues la relación entre sus componentes cognitivos y afectivos determinan nuestras decisiones, comportamientos y relaciones sociales.

Específicamente en la corteza prefrontal ventromedial se establece el vínculo entre emoción, cognición y toma de decisiones. Schwarz (2000) indica que “nuestras emociones pueden influenciar las decisiones que tomamos, la mayoría de los resultados de nuestras decisiones pueden influenciar las emociones que experimentamos” (p. 433), pero nunca están determinadas exclusivamente por la razón (Casafont, 2014). Asimismo, la falta de emocionalidad es tan nociva para la razón como su exceso (Rubia, 2012). En consecuencia, en esa relación bidireccional, el conocimiento sobre la naturaleza de la expresión y regulación de las emociones permite gestionar los pensamientos y conductas para decidir con fundamento a los propósitos establecidos, junto con la compañía de una carga emocional equilibrada.

Desde la biología, se considera que las emociones básicas como miedo, ira, tristeza, felicidad y amor son resultado de un proceso de desarrollo natural que depende del entorno y genoma adecuado, de tal manera que la formación del sistema emocional específico de un individuo está influenciada por sus experiencias y el ambiente (Mason y Capitanio, 2012).

En la literatura científica existe consenso en cuanto a la naturaleza de las emociones mas no en su conceptualización. Etimológicamente, el término emoción viene de “emotio-nis” y significa estar agitado; en otras palabras, parece implicar un movimiento hacia afuera o un cambio de estado a otro. Motivación y emoción están íntimamente relacionadas y proceden de la misma raíz etimológica. La primera, explica las conductas o acciones y las posibles causas; la segunda, se refiere a los sentimientos, aspectos orgánicos y expresivos que los acompañan (Grzib, 2002).

Para Goleman (1995), la emoción se refiere al sentimiento y a los pensamientos, así como los estados biológicos y psicológicos acompañados de las tendencias a la acción que les distingue. Goleman las categoriza así: ira, tristeza, miedo, alegría, amor, sorpresa, aversión y vergüenza. De manera similar, Reeve (2010) define las emociones como sistemas sincronizados de corta duración que surgen como reacciones biológicas y cognitivas ante sucesos vitales y preparan al individuo para adaptarse a esas circunstancias.

A partir de ambas definiciones se desprende que la emoción motiva las conductas de aproximación o alejamiento ante el estímulo provocado por el evento para asegurar la supervivencia y también depende de las evaluaciones o atribuciones que se realizan sobre las circunstancias. De otro modo, Shuman y Scherer (2014) desde una conceptualización multicomponencial definen las emociones como fenómenos multifacéticos que envuelven procesos afectivos, cognitivos, fisiológicos, motivacionales y expresivos.

De acuerdo con Botero (2012), una definición que aporta otro nivel de complejidad de las emociones básicas y que trasciende la perspectiva biológica adoptada por Mason y Capitanio (2012), incluye cómo el significado de una emoción depende de las prácticas culturales y sociales

de un grupo de individuos. De manera complementaria, Turner (2007) asume una perspectiva sociológica e indica que las emociones se entienden como procesos biológicos y culturales que implican estados fisiológicos de excitación.

En resumen, ante una situación particular en un contexto natural o social se generan emociones en los individuos, quienes experimentan reacciones fisiológicas innatas que son programadas por procesos neurobiológicos y que actúan como motivo para la acción. También, esas reacciones pueden producirse al realizar juicios valorativos, fruto del vaticino o el recuerdo sobre dicha circunstancia. A partir de tales conceptualizaciones, se aprecia claramente que las emociones están constituidas por varios componentes que dependen entre sí, como los sentimientos, la estimulación corporal, intención y expresión; estos constituyen las dimensiones subjetiva, biológica, intencional y social, respectivamente (ver figura II.2).

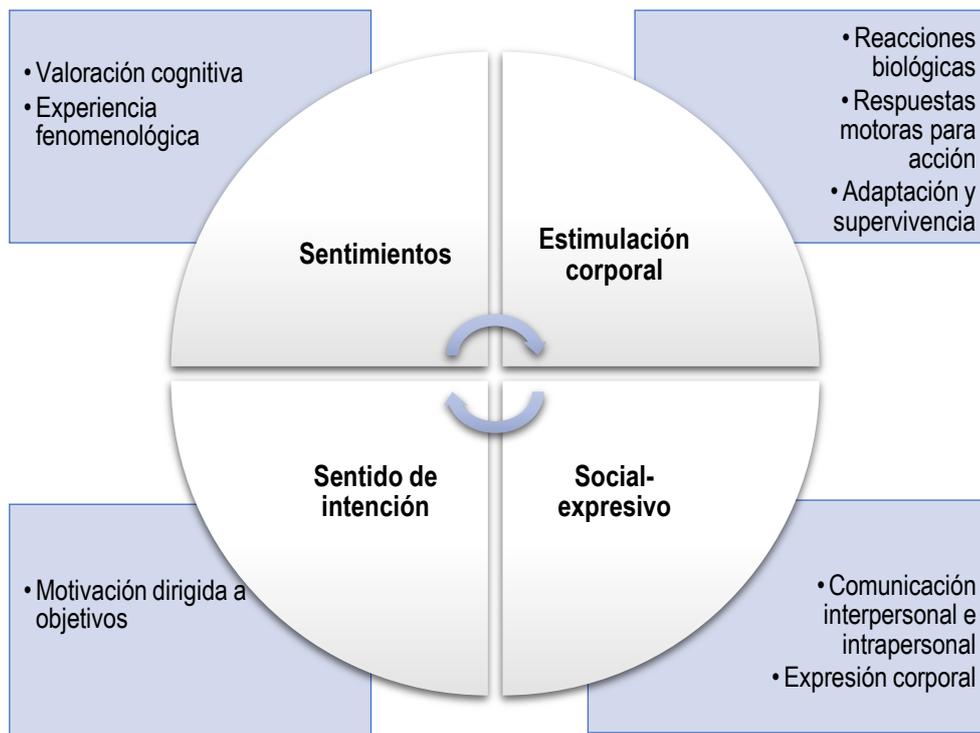


Figura II.2. Componentes de la emoción. Fuente: Elaborado por Retana-Alvarado (2018).

Una vez que surge la emoción toma lugar el sentimiento, entendido como la concienciación fenomenológica o experiencia subjetiva sobre dicha reacción. Según Bisquerra (2016a), el sentimiento permite prolongar o reducir la duración de la emoción a través de la voluntad. A los efectos de este, Damasio (2005) define el sentimiento como “percepción de un determinado estado del cuerpo junto con la percepción de un determinado modo de pensar y de pensamientos con determinados temas” (p. 86); es decir, implica un proceso de valoración cognitiva o percepción interactiva que determina al individuo cómo se siente.

Desde una perspectiva neurobiológica existe una relación íntima entre emoción y sentimiento. Damasio (2005) los distingue así “Las emociones se presentan en el teatro del cuerpo. Los sentimientos se representan en el teatro de la mente” (p. 32). Damasio (2001, 2005) explica que las emociones preceden a los sentimientos porque la evolución se encargó de configurar toda la estructura y fisiología cerebral capaz de producir respuestas químicas y neuronales automáticas al detectar estímulos competentes, cuyas respuestas están relacionadas con conjuntos de acciones específicas y la generación de cambios temporales en el estado corporal para propiciar la supervivencia y el bienestar, mientras que los sentimientos aparecieron posteriormente como representaciones mentales de tales cambios que actúan como alertas o amplificadores del impacto de las situaciones dadas.

Dentro del componente de estimulación corporal se incluye las reacciones biológicas o impulsos movilizadores de energía que preparan al individuo para la acción, le permiten adaptarse a su entorno y determinan su supervivencia. Goleman (1995) señala que en cada emoción hay implícita una tendencia a la acción que predispone a un tipo diferente de respuesta. Por ello, la emoción posee un componente funcional o sentido de intención que constituye el estado motivacional dirigido a propósitos en la ejecución de las acciones para afrontar las diversas circunstancias.

Finalmente, el componente social o expresivo que incluye tono de voz, vocalización, postura, gestos, expresión facial, entre otros; posee un rol relevante en la comunicación intrapersonal e interpersonal. Por ejemplo, el comportamiento facial es universal en términos transculturales. Por añadidura, Casafont (2014) indica que, a través de la expresión, las emociones suponen un 93% de la influencia en la comunicación.

Por otra parte, según Reeve (2010) las emociones poseen tres funciones principales: adaptativa, social y motivacional. Las emociones producen comportamientos de evitación o aproximación que facilitan la adaptación a los ambientes físicos y sociales; por tanto, cumplen una función de afrontamiento pues preparan al individuo con respuestas automáticas y rápidas para lidiar con las situaciones vitales.

Las emociones dirigen las acciones corporales afectando al sistema nervioso autónomo, al sistema endocrino, al sistema límbico cerebral, a la musculatura facial, entre otros. A nivel social, la interpretación subjetiva de la emoción permite la comunicación facilitando las relaciones interpersonales. En términos motivacionales, las emociones funcionan como un tipo de motivo que energiza, dirige la conducta y actúa como indicador de qué tan bien o mal ocurre la adaptación; es decir, el motivo refleja el estado de satisfacción, en contraposición con el de frustración.

Al respecto, Ormrod (2005) indica que, en el ámbito escolar, la función motivacional de las emociones permite el planeamiento de actividades, el trazado de metas, la interpretación de los resultados obtenidos e influye en el aprendizaje, pues los individuos almacenan y recuperan información con alto contenido emocional de forma más fácil que aquella sin carga afectiva.

II.2.2. Causas de las emociones

Como se señaló anteriormente, ante un suceso vital se producen emociones mediante la activación de reacciones biológicas y procesos cognitivos. Las primeras movilizan la energía para la acción y se manifiesta el componente social o expresivo; mientras que los segundos a través del pensamiento permiten interpretar las sensaciones que provocan en el cuerpo, asignándole un sentimiento particular y una intención correspondientemente. El análisis de las causas de las emociones depende de diversas perspectivas biológicas, cognitivas, psicológicas, sociológicas, antropológicas, filosóficas, entre otras.

En lo que respecta a la perspectiva biológica, las reacciones emocionales como las expresiones faciales espontáneas y la activación neuronal se derivan de un suceso vital sin precisar de valoraciones cognitivas. En estos términos, el procesamiento de las emociones es automático, inconsciente y mediado por las estructuras de la subcorteza cerebral (Izard, 1989). En el sistema nervioso central, las interacciones neuronales entre la amígdala, la neocorteza y el hipocampo permiten que el afecto influya en la cognición y esta a su vez sea capaz de modular el afecto (Ledoux, 1989).

Dadas esas condiciones, las emociones han evolucionado porque se adaptaron a las circunstancias del entorno para asegurar la supervivencia humana. Tal como se ha visto, Ekman (1992b) indica que cada emoción posee características únicas que dependen del evento, estímulo y fisiología; asimismo, señala que toda emoción comparte características con otras emociones: presentan inicio rápido, corta duración, ocurrencia espontánea y evaluación automática.

Aparte de las influencias ambientales, el componente epigenético o los cambios bioquímicos que determinan la función de los genes también representan una causa biológica de las emociones (Casafont, 2014). Además, Panksepp y Watt (2011) señalan que las emociones proceden de circuitos cerebrales con origen genético, por lo que en la comprensión de las emociones básicas se analiza el cerebro y la mente en términos de estratificación evolutiva.

Por el contrario, en el análisis de las causas de la expresión y regulación de la emoción desde una perspectiva cognitiva, primero se establece el significado y después se experimenta la emoción. La teoría establece que las emociones son estados basados en la cognición que coordinan procesos cuasi autónomos en el sistema nervioso (Oatley y Johnson-laird, 1987). Con referencia a lo anterior, la evaluación cognitiva es una causa suficiente de emoción que incluye diversas formas de alcanzar un significado y puede ser inconsciente o preconscious (Lazarus, 1991). De manera semejante, Scherer (1984) presenta un modelo multicomponente de emoción en el cual establece que los estados emocionales son resultado de las evaluaciones sucesivas acerca de un determinado estímulo. Más adelante, Leventhal y Scherer (1987) indican que, en ese modelo componencial, las emociones se desarrollan a partir de procesos sensoriomotores conectados a patrones cognitivo-emocionales que resultan de la memoria y el procesamiento de la información.

Desde la Teoría de Atribución de Weiner (1985, 1986), se establece que, en contextos de rendimiento, las causas percibidas de éxito o fracaso se deben a la reflexión personal que se realiza después de un resultado. Además, en la ejecución de esfuerzos en aras de determinados objetivos, las expectativas y una amplia gama de emociones y procesos cognitivos guían la acción mediante un comportamiento motivado. De esta forma, las causas influyen en la acción a través de las expectativas (Weiner, 2010). En otras palabras, la causa corresponde a la atribución que motiva la acción, por lo cual la atribución es la responsable de la emoción y no el evento vital o el resultado. Un mismo suceso o resultado puede generar emociones distintas, cuyas causas se deben a atribuciones diferentes (ver figura II.3).

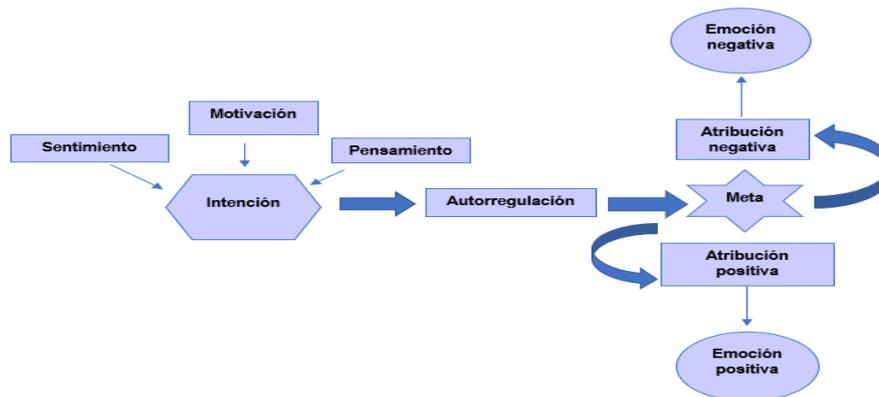


Figura II.3. Teoría de Atribución de Weiner. Fuente: Elaborado por Retana-Alvarado (2018).

Por ejemplo, si un estudiante de bachillerato se esfuerza continuamente y con entusiasmo para obtener una alta calificación en la prueba de selectividad que le permita acceder a la carrera y universidad de su preferencia, una vez alcanzada su meta probablemente sentirá satisfacción y alegría al reflexionar sobre las acciones que le motivaron en la búsqueda de ese logro. Si, por el contrario, aun reconociendo su esfuerzo admite que un delegado universitario le aportó pistas durante la prueba de acceso para alcanzar un mayor puntaje, después de reflexionar acerca de ese resultado positivo quizás experimente gratitud hacia esa persona o vergüenza en torno a sí mismo o los demás.

Como se aprecia, el resultado en ambas situaciones es el mismo (admisión a los estudios), pero una atribución u otra genera emociones distintas. En consecuencia, desde la Teoría de Atribución de Weiner, la emoción surge de las estimaciones subjetivas acerca del significado de la situación y no de la biología que se experimenta en el cuerpo una vez que ocurre un evento vital.

Más allá de una perspectiva unificadora, Izard (1993) propone un modelo integrador que explica la activación de las emociones e incluye cuatro sistemas activadores: neural, sensoriomotor, motivacional y cognitivo. En los sistemas que incluye los nervios y las neuronas, la generación de emociones se explica a través de la actividad de neurotransmisores y estructuras cerebrales. En los sistemas sensoriomotores, las emociones son causadas por procesos de activación muscular.

En términos motivacionales, una emoción es capaz de activar otra emoción a la cual se vincula de forma innata o mediante el aprendizaje. Y en lo cognitivo, los procesos como la evaluación y la atribución conducen a emociones. Finalmente, si se considera una perspectiva de dos sistemas emocionales, donde tanto la cognición como la biología representan las causas; en conjunto, procesos cognitivos, activación y preparación para la acción, sentimientos, expresiones afectivas y conductas constituyen la experiencia que causa y regula la emoción (Reeve, 2010).

II.2.3. Clasificación y medida de las emociones

El número de emociones existentes depende de si se focaliza en la perspectiva biológica o cognitiva, por lo que en la literatura es común encontrar diversidad de taxonomías que clasifican las emociones según su naturaleza, valencia, efectos y duración. Desde la biología, el ser humano posee aproximadamente una decena de emociones básicas o primarias y desde el punto de vista cognitivo existe una amplia gama de emociones secundarias que se adquieren durante el desarrollo a través de la influencia que ejerce la sociedad, cultura y educación. Según su temporalidad, las emociones primarias o universales son breves y se producen como respuesta a cambios específicos en el entorno, mientras que las emociones secundarias son fruto de la anticipación o el recuerdo (Fernández-Abascal, 2009).

La Teoría de las Emociones Diferenciales propuesta por Izard (1977) indica que las emociones constituyen el principal sistema motivacional del pensamiento y la acción. Según Doughterty, Abe e Izard (1996), la teoría establece que cada emoción discreta posee un repertorio de propiedades particulares que le caracterizan. Para ejemplificar tal consideración, estos autores explican que el interés siempre se enfoca en la atención y el aprendizaje, mientras que el miedo se focaliza en un comportamiento de protección y de huida.

Las siguientes emociones son fundamentales en la motivación y aparecen temprano en el desarrollo con el fin de preparar adaptativamente al individuo: ira, miedo, asco, tristeza, interés, alegría y sorpresa. Estas emociones no dependen del desarrollo cognitivo para su aparición y no siempre dependen de la cognición para que se manifiesten. Las emociones básicas han evolucionado debido a su valor adaptativo al asumir las tareas vitales que les ha dotado de características únicas y compartidas con otras emociones; las evidencias fisiológicas y universales en la expresión sugieren la existencia de una fuerte base biológica, cuyas funciones básicas son compartidas por todos los seres humanos independientemente de su cultura (Ekman, 1992a y 1992b; Sauter, Eisner, Ekman y Scott, 2010).

Las emociones primarias o básicas son innatas y universales, surgen de las mismas circunstancias, se expresan de formas distintivas y evocan una respuesta fisiológica específica (Ekman y Davidson, 1994), con la finalidad de preparar al individuo para su adaptación y supervivencia de modo automático. Por añadidura, Casafont (2014) indica que las emociones

básicas representan la base de emociones más elaboradas, las cuales se experimentan de forma inconsciente.

Según se ha visto, para los teóricos cognitivos, las emociones emergen del procesamiento de la información, la socialización y los contextos culturales, así las valoraciones sobre un suceso preceden y evocan emociones. La amígdala como estructura límbica cerebral realiza la valoración emocional de lo que percibe e interviene en la memoria, atención, toma de decisiones y aprendizaje al interactuar socialmente (Casafont, 2014; Goleman, 1995). Estas ideas representan el fundamento teórico para la clasificación de un amplio abanico de emociones secundarias.

Por ejemplo, un doctorando puede valorar su investigación como aporte al ámbito de conocimiento y progreso hacia la meta de convertirse en Doctor, por lo cual experimenta felicidad y satisfacción. Ante esa situación también podría valorar que una posible escasez de estudios previos representa una limitante para la delimitación del problema, experimentando como consecuencia frustración y preocupación. En síntesis, las emociones secundarias se construyen socialmente y dependen de las particularidades del contexto.

Damasio (2005) coincide con las categorizaciones anteriores que clasifican las emociones en primarias y secundarias. Este autor añade las emociones de fondo (entusiasmo, nerviosismo, entre otras), las cuales se caracterizan por no ser visibles en el comportamiento, se mantienen durante largos periodos y sus expresiones están constituidas por acciones reguladoras, como placer y dolor. Si se consideran los efectos, Fernández-Abascal (2009) clasifica las emociones según su valencia afectiva. Para definir la valencia emocional se incluye las emociones negativas y emociones positivas. Las primeras, se consideran desagradables y se manifiestan cuando se bloquea una meta, se genera una pérdida o amenaza y se caracterizan por tendencia a la evitación (ira, asco, miedo y tristeza); las segundas, son las emociones agradables que se experimentan al alcanzar un objetivo y presentan tendencia de aproximación (alegría, interés y sorpresa).

Según Bisquerra (2016a), existen más emociones negativas que positivas porque los acontecimientos que activan las emociones negativas son más frecuentes, por tanto, estamos sensibilizados mayoritariamente a esos estímulos. También, añade que las emociones negativas se experimentan con mayor intensidad y duración en comparación con las emociones positivas. En términos funcionales, las emociones negativas se encargan de la supervivencia y las emociones positivas están programadas para facilitar la felicidad. El autor presenta un instrumento didáctico para la educación emocional, en el que clasifica las emociones en familias según su valencia afectiva: emociones negativas y emociones positivas. Adicionalmente incorpora emociones sociales (vergüenza, timidez, culpa, entre otras) y emociones estéticas, estas últimas se experimentan ante el arte y la belleza.

Por otra parte, desde la psicología educativa se identifican las emociones epistémicas, entendidas como reacciones multifacéticas que surgen de las actividades cognitivas (tareas de aprendizaje,

métodos de enseñanza y retroalimentación) y que pueden afectar fuertemente el aprendizaje, rendimiento académico, resolución de problemas y generación de conocimiento. Durante esas tareas se producen emociones como sorpresa, curiosidad, disfrute, esperanza, orgullo, alivio, ira, confusión, ansiedad, vergüenza, desesperanza, frustración y aburrimiento (Chiang y Liu, 2013; Pekrun et al., 2002; Pekrun et al., 2017). Estos autores indican que la mayoría de los investigadores han empleado la valencia para categorizar las emociones académicas en emociones positivas y emociones negativas, las cuales pueden ser medidas en múltiples maneras tales como las escalas de autorreporte relacionadas con el aprendizaje de los estudiantes, la autorregulación, el logro, los antecedentes personales, sociales y ambientales de la enseñanza.

Puesto que existe una carencia de instrumentos de medición con propiedades psicométricas demostradas que evalúen las emociones epistémicas de los estudiantes, maestros en formación inicial y profesores en contextos académicos como la realización de actividades investigativas y que se adecúen al seguimiento de su dinámica con el tiempo, diversos autores han desarrollado y validado cuestionarios de autoinforme con escalas tipo Likert. Los datos recolectados mediante esos instrumentos son analizados de manera descriptiva e inferencial, apoyados del análisis factorial exploratorio y análisis factorial confirmatorio (modelización por ecuaciones estructurales) (Borrachero et al., 2014; Brígido, 2014; Chiang y Liu, 2013; Dávila-Acedo et al., 2015; Lin et al., 2012; Pekrun et al., 2002; Pekrun et al., 2017; Vázquez-Bernal y Jiménez-Pérez, 2016).

Sánchez-Martín, Cañada y Dávila-Acedo (2017), desde la premisa que esos cuestionarios resultan monótonos para los sujetos de investigación, realizan una medición sistemática y continuada de las emociones sentidas hacia metodologías de enseñanza tradicionales e innovadoras por estudiantes del Grado en Educación Primaria en una asignatura de Didáctica de las Ciencias, a partir de la utilización de un método basado en lectura óptica de tarjetas físicas y aplicación web Plickers™ que permite la recolección de datos en tiempo real sin requerir dispositivos electrónicos por parte de los estudiantes. Los autores hallaron que la exposición oral genera satisfacción y aburrimiento mientras que las prácticas de laboratorio maximizan la sorpresa. En este sentido, concluyen que “no todas las estrategias son igualmente válidas para fomentar emociones positivas como la satisfacción o la sorpresa, o minimizar aquellas negativas como el rechazo” (p. 1901).

Otros instrumentos para evaluar las emociones individuales de los estudiantes son los diarios emocionales como medida de autoinforme al finalizar un proyecto de indagación sobre problemas sociocientíficos, las entrevistas y los vídeos de clase (Bellocchi y Ritchie, 2015; King et al., 2015; Tomas et al., 2016). Los profesores pueden completar diarios de enseñanza, de tal forma que juzguen sus propias emociones tales como disfrute, enojo y ansiedad después de la clase (Frenzel, Pekrun, Goetz, Daniels y Durksen, 2016) o mediante cuestionarios con ítems abiertos y dibujos sobre las propias metáforas emocionales como profesores y las metáforas con las que identifican al alumnado (Mellado et al., 2017a y 2017b).

II.2.4. Definición de las emociones en estudio

A continuación, se conceptualizan las emociones que constituyen el estudio empírico a partir de las aportaciones de diversos autores (Bisquerra, 2016a y 2016b; Casafont, 2014; DeCatanzaro, 2001; Fernández-Abascal, 2009; Fernández-Abascal y Martín-Díaz, 2009; Grzib, 2002; Kövecses, 1989; Mora, 2016; Reeve, 2010).

Emociones positivas

Entusiasmo: Emoción que se relaciona con la alegría, surge en respuesta a conseguir éxito en una tarea, el logro personal o el progreso hacia una meta. Actúa como un catalizador del comportamiento, por lo que contribuye en el esfuerzo para alcanzar un objetivo particular.

Satisfacción: Es una emoción que se manifiesta cuando se ha alcanzado un deseo o cubierto una necesidad por lo que contribuye a la felicidad. Al derivarse de la alegría, dota al individuo de vigorosidad, trascendencia y libertad.

Interés: Es una emoción básica con fuerte influencia en el aprendizaje, pues predispone el comportamiento creativo y motiva los actos de investigación como exploración y búsqueda de información, regula la atención y el compromiso social. El interés es la chispa que enciende la curiosidad, predomina en la vida cotidiana y redirige la atención de un objeto o suceso a otro. El interés prolonga la participación en una tarea y permite la experimentación de la satisfacción del motivo.

Aceptación: Es una emoción que implica aprobación, reconocimiento y afinidad (atracción o compatibilidad entre dos o más personas o entre una persona y algo), por tanto, posee una función de afiliación que facilita el aprendizaje y las relaciones interpersonales. De esta forma, genera actitudes positivas hacia uno mismo como hacia los demás, favorece el altruismo y la empatía.

Tranquilidad: Es una emoción que se deriva de la felicidad como emoción básica y se caracteriza por la presencia de serenidad, calma, silencio, relajación y bienestar en la persona. En otras palabras, surge de la valoración anticipada y del recuerdo en función de las circunstancias actuales. La tranquilidad se ubica en un estado de baja activación y está desprovisto de emociones negativas como preocupación, culpa y miedo.

Bienestar: Es una valoración subjetiva favorable y experiencia satisfactoria que conduce a la felicidad. Es decir, responde al propósito consciente de ser feliz y se acompaña de la experimentación de otras emociones positivas como la satisfacción. El bienestar implica atributos psicológicos relacionados con el adecuado desarrollo y ajuste personal al medio. Además, posee una dimensión personal y una dimensión social. Así, el bienestar puede categorizarse como emocional, subjetivo, físico, profesional y social.

Asombro: Corresponde a la sorpresa, la cual es una emoción neutra, breve y causada por algo imprevisto, novedoso o extraño. Es decir, el acontecimiento que la provoca puede ser positivo o negativo. En términos funcionales, prepara al individuo para enfrentarse a situaciones repentinas.

Emociones negativas

Susto: Es una impresión momentánea y automática derivada del miedo como emoción básica ante circunstancias de peligro y amenaza. Al experimentar el susto, se altera la respiración y la presión sanguínea, produce el parpadeo, la sudoración y la contracción de los músculos de las extremidades. Puede acompañarse de inseguridad, nerviosismo, temor e incomodidad.

Temor: Es una reacción emocional antigua, primitiva y adaptativa que surge de la interpretación sobre si la situación que enfrenta es potencialmente peligrosa y representa una amenaza para su bienestar. El temor motiva la defensa y la protección manifestándose mediante la huida o el alejamiento entre el sujeto y los elementos interpretados como peligrosos (psicológicos o físicos). En términos de estimulación corporal se activa el sistema nervioso autónomo y se produce agitación física, aumento de la frecuencia cardiaca, lapsos en el latido del corazón, incapacidad para moverse, pensar y hablar. En consecuencia, el temor advierte de la vulnerabilidad percibida, facilita el aprendizaje y activa el afrontamiento ante las situaciones de peligro.

Enojo: Surge de la restricción o interpretación de que alguna barrera u obstáculo ha interferido con los propios planes o bienestar. Produce que la persona se vuelva más enérgica, aumenta la sensación de control en aras de superar las restricciones o barreras en el ambiente, por tanto, es la emoción negativa más peligrosa pues integra la emoción básica de ira. El componente expresivo se manifiesta en sentimientos heridos, discusión de las situaciones y alejamiento. El enojo puede estimular la agresión, incluyendo lesiones físicas, exclamaciones y gritos. Puede ser fructífero cuando fortalece los esfuerzos para afrontar la situación de forma positiva.

Tensión: Se caracteriza por la excitación, estrés o impaciencia ante determinadas situaciones. Está relacionada con la ira como emoción básica.

Frustración: Surge de experiencias de fracaso, es decir, se manifiesta cuando el progreso hacia un objetivo deseado se ve interrumpido. Resulta en una experiencia desagradable que puede conducir a agresividad debido a la relación entre afectos negativos y comportamientos agresivos.

Aburrimiento: Es una emoción que se genera por falta de interés o cuando el individuo no logra implicarse satisfactoriamente. El aburrimiento disminuye la motivación intrínseca y el desempeño.

Rechazo: Corresponde a la función del asco como emoción básica, que implica alejarse de algo contaminado, por ejemplo, contaminación corporal, interpersonal o moral, cuyas interpretaciones están determinadas por la cultura. A través de esta emoción, el sujeto no acepta algún aspecto físico o psicológico del ambiente.

II.2.5. Inteligencia emocional

Como antecedente principal a la conceptualización del constructo Inteligencia Emocional se hace referencia a Gardner (1983) quien propuso la Teoría de las Inteligencias Múltiples. Gardner asume una visión heterogénea de la inteligencia de los individuos pues reconoce dimensiones cognitivas que contrastan con diversos potenciales y estilos. Su visión pluralista va más allá de un enfoque de escuela uniforme o tradicional donde existe un currículum básico y evaluaciones periódicas que clasifican a los estudiantes de acuerdo con los resultados académicos o su cociente intelectual. Desde esa perspectiva polifacética de la inteligencia, Gardner presenta la Teoría de las Inteligencias Múltiples basándose en los conocimientos de la ciencia cognitiva y la neurociencia.

Gardner (1995) define la inteligencia como “la capacidad para resolver problemas y para elaborar productos que son de gran valor para un determinado contexto” (p. 25). En otras palabras, la inteligencia es una habilidad en la resolución de problemas que se encuentra, en diferente grado, en todos los individuos. Puesto que no todos poseen los mismos intereses o aprenden de igual forma, el autor reconoce siete categorías de inteligencias independientes con el mismo nivel de relevancia: inteligencia lingüística, inteligencia lógico-matemática, inteligencia espacial, inteligencia musical, inteligencia kinestésica-corporal, inteligencia interpersonal e inteligencia intrapersonal.

En lo que refiere a la inteligencia interpersonal, es la capacidad para comprender las motivaciones, estados de ánimo e intenciones de los otros individuos; es decir, permite comprender y trabajar colaborativamente con los demás. En cambio, la inteligencia intrapersonal admite comprender y trabajar con uno mismo, ya que es la capacidad de conocerse, reconociendo por su nombre a las emociones y los sentimientos para dirigir la propia conducta.

Sobre la base de esas dos últimas capacidades, la primera formulación del término Inteligencia Emocional fue introducida en la literatura científica por Salovey y Mayer (1990), quienes la definieron como una habilidad para controlar las emociones y los sentimientos de uno mismo y de los otros con el objetivo de dirigir los pensamientos y las acciones. Así que es una capacidad para procesar información relacionada con las emociones, resolver problemas y adaptarse al medio. Así, la visión que proponen se refiere al estudio de las relaciones entre emoción e inteligencia.

Más adelante, Mayer y Salovey (1997) introducen matices definiéndola como “la habilidad para percibir, valorar y expresar emociones con exactitud, la habilidad para acceder y/o generar sentimientos que faciliten el pensamiento, para comprender emociones y razonar emocionalmente, y finalmente, la habilidad para regular emociones propias y ajenas” (p. 10). Se observa que su modelo de habilidad basado en el razonamiento o procesamiento emocional de la información incluye la percepción, evaluación, expresión, asimilación en el pensamiento, comprensión y regulación reflexiva de las emociones. En síntesis, estos autores precisan que la

Inteligencia Emocional es la habilidad para razonar sobre las emociones y la capacidad potencial de las emociones para mejorar y guiar el pensamiento.

Sin embargo, esa definición científica fue moldeada por Goleman (1995) y publicada en el libro clásico titulado *Emotional Intelligence*. El constructo lo asoció con el carácter, pues afirma que constituye la relación con sentimientos e impulsos morales. Si bien, no propuso una conceptualización precisa ni científica, presenta un modelo mixto basado en competencias sociales y emocionales, cuyas habilidades integrantes son autoconciencia, autorregulación, conciencia social o empatía y manejo de las relaciones sociales. De acuerdo con el autor, el conocimiento de las estrategias de expresión emocional y el momento en que pueden manifestarse constituye un factor fundamental de la Inteligencia Emocional. En una segunda aproximación, la consideró como competencia socioemocional relacionada con el éxito laboral (Goleman, 1998).

En la actualidad, respecto a la Inteligencia Emocional se admiten en la literatura tres modelos: un modelo de habilidad y dos modelos de rasgos o mixtos. El modelo de habilidad se focaliza en la capacidad para percibir, comprender y manejar la información que proporcionan las emociones. Los modelos mixtos incorporan en su conceptualización una combinación de variables que no se relacionan estrictamente con las emociones o la inteligencia, como las competencias socioemocionales, los aspectos motivacionales y las habilidades cognitivas. Estos modelos son operacionalizados a través de las siguientes medidas de autoinforme: *Mayer, Salovey, Caruso Emotional Intelligence Test*, *Bar-On EQ-i* y *Emotional Competence Inventory (ECI)* respectivamente (Bar-On, 1997; Bar-On, 2000; Goleman, 1995; Mayer, Salovey y Caruso, 2000).

En términos generales, la Inteligencia Emocional presenta beneficios en las conductas saludables y la calidad de las relaciones interpersonales (Extremera y Fernández-Berrocal, 2009). Las aportaciones de Mayer y Salovey (1997) se transfieren al ámbito educativo, ya que son relevantes para el funcionamiento personal, social y académico de los estudiantes, así como la efectividad y el bienestar del profesorado (Extremera, Fernández-Berrocal y Durán, 2003; Palomera, Fernández-Berrocal y Bracket, 2008). Los autores sostienen que el desarrollo de programas de intervención en formación emocional debería fundamentarse en los trabajos de Salovey y Mayer (1990) pues su modelo teórico es el de mayor rigurosidad científica.

Por otra parte, diversos estudios reportan diferencias significativas en la inteligencia emocional en función del género, normalmente a favor de las mujeres (Fortes-Vilaltella, Oriol, Filella-Guiu, Del Arco y Soldevila, 2013; Molero, Pantoja-Vallejo y Galiano-Carrión, 2017; Sánchez, Fernández-Berrocal y Latorre, 2008; Valadez-Sierra, Borges del Rosal, Ruvalcaba-Romero, Villegas y Lorenzo, 2013). En el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, Del Rosal, Dávila-Acedo, Sánchez y Bermejo (2016) encontraron diferencias de género a favor de los varones, asimismo, indican que en función del Grado que cursa una muestra de estudiantes universitarios, son los maestros en formación inicial quienes reportan una mayor inteligencia emocional en comparación con las demás titulaciones de Grado en Ciencias Experimentales.

II.2.6. La regulación de las emociones

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 propias emociones y las de los otros es una necesidad formativa 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 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 reacciones (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, la regulación evita que los estudiantes abandonen las actividades de aprendizaje (Tomas et al., 2016).

II.2.7. Conceptualización de la educación emocional

Como ya se ha aclarado, un amplio conjunto de emociones acompaña al ser humano desde sus orígenes. Estas se activan por causa de estímulos procedentes del entorno o las valoraciones subjetivas de los acontecimientos. El cerebro emocional evolucionó para incrementar las posibilidades de supervivencia e interacción con los demás. Así que las emociones están presentes a lo largo del ciclo vital y determinan todas las decisiones. Ante la frecuente estimulación, hemos aprendido casi de manera natural a identificar lo que sentimos en el cuerpo, así como distinguir las emociones por sus efectos y conductas específicas. Sin embargo, encontramos dificultades para gestionar apropiadamente esas reacciones debido a la ausencia de la educación emocional en la familia y los currículos de los diversos ciclos de la escolarización.

En este sentido, Sande (2017) confirma que la educación emocional es una asignatura pendiente en el sistema educativo español y por parte de los padres. En consecuencia, la sociedad posee un analfabetismo emocional que limita las posibilidades para construir la propia felicidad y el bienestar colectivo. Somos individuos con muchos conocimientos acerca del medio, pero con carencias en conocimiento práctico sobre recursos y estrategias de autorregulación que permitan afrontar los sucesos vitales de un modo más efectivo.

La educación emocional se fundamenta en el conocimiento de las emociones a partir de las aportaciones de la psicología, tales como la Teoría de las Inteligencias Múltiples desarrollada por Gardner (1983), en la que incluye la inteligencia interpersonal y la inteligencia intrapersonal; la Inteligencia Emocional (Goleman, 1995; Salovey y Mayer, 1990); la psicología positiva (Seligman y Csikszentmihalyi, 2000); y la neurociencia, que verifica el funcionamiento cerebral de las emociones (Damasio, 2005; Damasio, 2010; Mora, 2016; Punset, 2010; Punset, 2014).

También, la educación emocional se ha desarrollado al lado del interés por la investigación sobre emociones positivas, bienestar emocional, concepto de *fluir* y *mindfulness* o meditación. A partir de la década del 2000, las emociones positivas están presentes en la investigación científica sobre psicología positiva y neurociencia; empiezan a ser un tema de interés en otras disciplinas como la Didáctica de las Ciencias Experimentales, ya que promueven la salud psicosocial, intelectual y física; manifestándose en pensamientos creativos, toma de decisiones, mejora en el rendimiento cognitivo, incremento en la motivación, regulación de la conducta, protección contra el estrés y envejecimiento, entre otros efectos favorables (Fernández-Abascal, 2009).

En este sentido, Casafont (2014) afirma que en España se evidencia un interés creciente por avanzar en educación emocional. Actualmente, existen proyectos de investigación e innovación en todas las comunidades autónomas, especialmente en Cataluña. Por ejemplo, el Grupo de Investigación en Orientación Psicopedagógica de la Universidad de Barcelona que lidera el Profesor Bisquerra Alzina ha difundido materiales y programas de educación emocional para la formación del profesorado y las familias.

La educación emocional es un proceso educativo continuo y permanente que apuesta hacia las dimensiones personal y social del bienestar. Su propósito es potenciar el desarrollo de las competencias emocionales que contribuyan en la formación integral de la persona (física, cognitiva, emocional, social, moral y espiritual), así como la creación de climas emocionales que favorezcan la felicidad y le capaciten para la vida (Bisquerra y Pérez-Escoda, 2007; Bisquerra, 2016a; Bisquerra, 2016b).

II.2.8. Modelo de competencias emocionales

Bisquerra y Pérez-Escoda (2007) entienden las competencias emocionales como “el conjunto de conocimientos, capacidades, habilidades y actitudes necesarias para comprender, expresar y regular de manera apropiada los fenómenos emocionales” (p. 69); cuyo dominio potencia una mejor adaptación al medio y una ciudadanía responsable. Desde la posición de Casafont (2014), a una persona se le puede considerar competente si posee conocimientos sobre lo que trata, habilidad para desarrollar su tarea, capacidad personal de afrontamiento, una buena actitud y ha adquirido hábitos saludables de comportamiento personal e interpersonal.

Con referencia a lo anterior, Bisquerra (2016b) indica que el desarrollo de competencias emocionales como conciencia y regulación de las emociones, autonomía, competencias sociales, habilidades de vida y bienestar requieren una práctica continuada a lo largo de todo el ciclo vital; es decir, desde la infancia hasta la madurez. A los efectos de este, el bienestar representa una finalidad de la educación emocional que consiste en la experimentación de emociones positivas. En relación con el bienestar emocional, Peñalva-Vélez, López-Goñi y García-Manso (2016) revelan que se asienta sobre unas adecuadas habilidades emocionales. Así que su desarrollo incluye regulación de las emociones negativas y potenciación de las emociones positivas.

Por otra parte, cabe agregar que el ser humano está expuesto a peligros y pérdidas constantes, por lo cual ha sido dotado con un mayor número de emociones negativas que son inevitables. En este sentido, sus efectos deben contrarrestarse con emociones positivas más intensas que permitan condiciones óptimas para alcanzar bienestar y felicidad (Damasio, 2010). Hechas las consideraciones anteriores, es fundamental la concienciación acerca de preservar el patrimonio natural porque es un recurso valioso para potenciar las emociones positivas.

Por las consideraciones anteriores, Punset (2014) sugiere que en los programas educativos de los colegios e institutos se incorporen los instrumentos didácticos necesarios para que los estudiantes aprendan las siguientes competencias: el propio desarrollo de la conciencia emocional, la gestión de las emociones, la conciencia social de la propia persona, el desarrollo de las facultades para interactuar con los demás, la toma de decisiones y el entrenamiento para la resolución de los conflictos. Para ello, recomienda aprovechar técnicas y ejercicios de relajación, autocontrol

personal, fortalecimiento de la autoestima, concentración, entre otros; que en un futuro les facilitará el dominio de sus niveles de estrés, autoconfianza, decisiones y acuerdos colaborativos.

Desde la posición de Bisquerra (2016a) las competencias emocionales asumen un rol relevante en la contribución al bienestar personal y social. Esas competencias facilitan las relaciones interpersonales y se basan en las aportaciones de los marcos teóricos sobre Inteligencia Emocional. El Grupo de Investigación en Orientación Psicopedagógica de la Universidad de Barcelona desarrolló el modelo pentagonal de competencias emocionales (ver figura II.4), el cual está constituido por cinco bloques de competencias que se detallan a continuación (Bisquerra, 2016a y 2016b; Bisquerra y Pérez-Escoda, 2007).

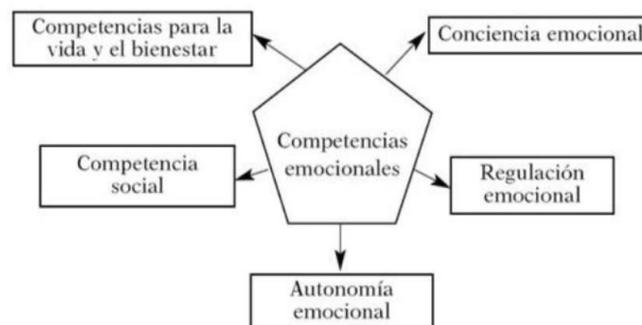


Figura II.4. Modelo pentagonal de competencias emocionales. Fuente: Bisquerra (2016a).

Conciencia emocional: es la capacidad para tomar conciencia de las emociones propias y las de los demás. Esta competencia implica identificar y etiquetar las emociones con precisión, así como asumir una posición empática respecto a los estados emocionales interpersonales.

Regulación emocional: es la capacidad para tomar control de las emociones de manera apropiada a partir de la reflexión sobre la interacción que existe entre pensamientos, emociones y comportamientos. La gestión de las emociones se puede alcanzar mediante la aplicación de técnicas de relajación, respiración y meditación; estrategias de afrontamiento y capacidad para autogenerar emociones positivas voluntaria y conscientemente.

Autonomía emocional: esta competencia incluye constructos personales como autoconcepto, autoestima, autoconfianza, automotivación, resiliencia, responsabilidad y actitudes positivas ante la vida que conduzcan a un estado emocional equilibrado entre dos extremos: dependencia emocional y desvinculación emocional.

Competencia social: es la capacidad para establecer y mantener relaciones interpersonales adecuadas. Supone respeto hacia los otros, compartir emociones, trabajo en equipo, cooperación mutua, prevención de conflictos, liderazgo emocional y creación de climas emocionales positivos.

Habilidades de vida y bienestar: corresponden a la capacidad para asumir comportamientos apropiados y responsables que lleven al bienestar emocional y a la satisfacción personal.

II.2.9. Educación emocional en la formación del profesorado

No cabe duda de la relevancia que posee el aprendizaje de las competencias emocionales que plantean Punset (2014) y Bisquerra (2016a) para alcanzar el desarrollo personal y profesional de los docentes, de tal forma que trasladen esos conocimientos a sus estudiantes y les permita ser más felices en el sistema educativo. Sin embargo, en España, el desarrollo de las competencias emocionales está bastante lejano en la formación docente debido a que existen pocos programas socioemocionales destinados al fomento de la inteligencia y la educación emocional (Fernández-Berrocal, Extremera y Palomera, 2008) y cuando se produce dicha formación suele ser excesivamente teórica y poco práctica (Fernández-Domínguez, Palomero y Teruel, 2009).

En este sentido, se dirige la mirada hacia los maestros y profesores como principales destinatarios de la educación emocional, pues necesitan competencias emocionales para su efectividad en la enseñanza, desarrollo profesional y bienestar personal (Sutton y Wheatley, 2003). Los docentes tienen la responsabilidad de contribuir en las competencias de los estudiantes como complemento imprescindible en su formación integral.

De acuerdo con Bisquerra (2016a), un docente bien formado en esta materia puede ser capaz de ponerlo en práctica de manera transversal a través de la reflexión sobre las emociones propias y las de los demás, la aplicación de estrategias para la gestión de las emociones y la creación de un clima de aula positivo que favorezca el bienestar y aprendizaje. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que los docentes no pueden enseñar esas competencias si no las han adquirido previamente y tampoco son capaces de enseñar con calidad si carecen de bienestar personal (Palomera et al., 2008).

Por tanto, el profesorado de Educación Infantil, Primaria y Secundaria requiere una formación inicial y permanente que potencie el desarrollo de dichas competencias, de tal forma que actúe como facilitador para la comunicación efectiva, sana convivencia, resiliencia y como filtro en la prevención y gestión de conflictos. En este sentido, las habilidades emocionales, afectivas y sociales pueden ser enseñadas por un equipo docente universitario que domine dichas capacidades (Cabello, Ruiz-Aranda y Fernández-Berrocal, 2010) e implemente modelos didácticos basados en los aspectos emocionales de los estudiantes (Hortigüela, Ausín, Abella y Delgado, 2017). Los docentes que desarrollan habilidades emocionales encuentran mayor satisfacción en su carrera profesional y se muestran más resistentes a factores precursores de estrés (García-Martínez, Fernández-Ozcorta, Rodríguez-Peláez y Tornero-Quiñones, 2013).

A propósito de la formación inicial de los maestros de Educación Primaria, Fernández-Domínguez et al. (2009) sostienen como principales objetivos: la formación integral de su personalidad y que consigan la madurez emocional. Se entiende por madurez emocional como la capacidad para conocer y saber gestionar las propias emociones, considerando las emociones de los otros en las relaciones interpersonales (Lawton, Kleban, Rajagopal y Dean, 1992). En otras palabras, consiste

en el metaconocimiento de las emociones propias y las de los otros con el fin de gestionar las emociones personales y colectivas.

En este sentido, el maestro debe conocerse, saber lo que siente, gestionar sus emociones y estar convencido de la importancia de la afectividad; puesto que, en el ejercicio de su profesión, su personalidad será un factor determinante en las emociones y aprendizajes que los estudiantes puedan alcanzar. Es decir, la forma en cómo el docente regula sus estados emocionales y cómo le perciben sus estudiantes puede contribuir o dificultar el aprendizaje (García-Retana, 2012).

Para alcanzar en los futuros maestros la madurez emocional que proponen Fernández-Domínguez et al. (2009), se pueden transferir los hallazgos de Moneo-Marín et al. (2017) quienes determinaron que la evolución de la madurez emocional en estudiantes de Formación Profesional Básica comienza o se desarrolla más en emociones que se relacionan con las de sus pares, antes que, en ellos mismos, por lo cual el clima de aula es un requisito previo para conseguir dicha capacidad y la empatía en las relaciones interpersonales.

Al mismo tiempo, Fernández-Domínguez et al. (2009) proponen que, en el currículo de la formación inicial, la educación emocional esté incluida a partir de una formación teórica y una formación personal vivenciada. Desde ambas vertientes, un método socioafectivo que implique globalmente al individuo y le provoque reflexionar acerca de la experiencia vivida y las emociones suscitadas por ésta conduce a cambios actitudinales y conductuales. De esta manera, una metodología vivenciada que propicia el desarrollo integral mediante técnicas como el juego de rol y las dinámicas grupales se convierte en un modelo y referente para el futuro maestro, quien requiere entrenamiento y formación continuada.

En el contexto de un programa formativo sobre educación emocional, el maestro en formación inicial y en ejercicio debe reflexionar sobre sus conocimientos, sentimientos y experiencias en torno a los procesos afectivos que acontecen en el ejercicio de la profesión docente. Como señalan Sáenz-López y De las Heras-Pérez (2013), los maestros que deseen mejorar su formación emocional deben ser conscientes del analfabetismo casi generalizado que como profesionales se posee en esa temática, tener humildad y motivación para aprender, asumir que es más importante el cambio personal que intentar cambiar a otros, innovar la docencia y aprovechar positivamente que cada estudiante posee su propio mundo emocional. Asimismo, brindan orientaciones metodológicas que activan el cerebro emocional tales como sonreír, verbalizar lo positivo, implicar a los estudiantes, ser optimista, contagiar entusiasmo, entre otras.

Es relevante que en la formación del profesorado se suscite la reflexión sobre cuestiones como las siguientes, de tal forma que se promueva el desarrollo personal de las competencias emocionales en los docentes y estudiantes: ¿qué son las emociones?, ¿cómo afectan a nuestra salud física y mental?, ¿cómo influyen en las relaciones interpersonales?, ¿cómo inciden en el bienestar personal?

Dadas las condiciones que anteceden, cabe mencionar que el ajuste de las antiguas titulaciones para Maestro a los Grados en Maestro de Educación Primaria Adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior debido al Plan de Bolonia de 1999 supuso la incorporación de las competencias básicas en los programas de las asignaturas. Estas se clasifican en dos categorías: competencias específicas para cada titulación y competencias genéricas (entre otras, las competencias sociales y emocionales).

Sin embargo, en ese proceso de adaptación, Cera (2012) revela que, en las universidades públicas de la Comunidad Autónoma de Andalucía (España), la inclusión de la educación emocional y el tratamiento de las competencias emocionales como competencias básicas en los planes de estudio es un aspecto pendiente. El autor determina que no existe ninguna asignatura específica de Educación Emocional y que la oferta de asignaturas en esas titulaciones que traten los aspectos afectivos es muy pobre.

La situación es similar en universidades de países europeos como Alemania, España, Francia, Inglaterra y Portugal, así como en países latinoamericanos como Costa Rica y Colombia, donde la inclusión de las competencias emocionales intrapersonales, el abordaje de la teoría de las emociones y su relación didáctica son casi inexistentes en los currículos de formación inicial docente (Buitrago, Ávila y Cárdenas, 2017; García-Álvarez, Salazar, Torres, Zúñiga y Castro, 2015; López-Goñi y Goñi, 2012).

En este sentido, Palomera et al. (2008) reivindican las competencias emocionales de forma explícita en los planes de estudio para los Grados en Maestro de Educación Primaria con el propósito de promover el bienestar y rendimiento docente. Por su parte, Bisquerra (2005) propone la inclusión de una asignatura sobre Educación Emocional en la formación del profesorado.

Además, es fundamental que exista colaboración entre las universidades, los centros de formación permanente del profesorado, la administración y los centros educativos en aras de ofrecer una educación emocional coherente con las necesidades actuales, pues cada institución parece que avanza en direcciones distintas, guiándose por sus creencias y alejados de los avances de la investigación en neurociencia, psicología positiva y didáctica. En este sentido, Hortigüela et al. (2017) contrastaron la percepción de los estudiantes del Grado en Maestro de Educación Primaria, los docentes universitarios de esa titulación y los maestros en activo acerca del rol que debe desempeñar la educación emocional en el aula.

Según esos autores, los futuros maestros manifiestan la carencia de estrategias emocionales en la formación recibida en la universidad, reconocen la importancia de trabajar las emociones, pero sus opiniones no llegan a un consenso generalizado acerca de cómo afrontar este tema transversal en la enseñanza. En cuanto a los maestros en ejercicio consideran relevante un tratamiento integrado de la educación emocional en los contenidos curriculares y afirman que la educación emocional debería ser una asignatura. No obstante, los formadores de maestros

priorizan los contenidos específicos de las guías docentes de cada asignatura y dejan de lado los aspectos emocionales, pues consideran que no les corresponde tratarlos en la titulación. En este sentido, los autores indican que existe discordancia entre los participantes respecto a si la educación emocional debe iniciar su implementación y desarrollo a partir de la escuela o desde la formación inicial del profesorado.

Estos hallazgos son similares a los presentados por Buitrago et al. (2017), quienes revelan que el sentido atribuido a las emociones por maestros en formación inicial muestra la importancia que le conceden en su desarrollo personal y elección de profesión. También, reconocen que las emociones inciden en el bienestar, clima de aula, clima institucional y aprendizaje.

De manera similar, en un estudio realizado por Cejudo, López-Delgado, Rubio y Latorre (2015) con 265 estudiantes del Grado de Maestro en Educación Infantil y del Grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Castilla La Mancha, se determinó que los futuros maestros consideran relevante la formación en competencias emocionales, tales como fomento de la autoestima, gestión del estrés, regulación de las emociones propias, empatía, promoción de emociones positivas, habilidades sociales, entre otras. Estos autores defienden la inclusión de las competencias interpersonales en los programas de formación inicial y formación continua.

En cuanto a la formación permanente de los profesores, Escolar, De la Torre, Huelmo y Palmero (2017) analizan la oferta formativa sobre educación emocional impartida por los Centros de Formación del Profesorado e Innovación Educativa de dos ciudades de la Comunidad Autónoma de Castilla y León (España). Los autores comprueban que, a pesar de la existencia de pocos programas socioemocionales destinados al fomento de la Inteligencia Emocional del profesorado, desde 2014 se ha incrementado la oferta formativa debido a su interés y motivación por dotar a los estudiantes de habilidades sociales y emocionales. Además, indican que la modalidad de formación continua mayoritaria corresponde a seminarios o cursos teóricos y que los principales destinatarios son los maestros de Educación Infantil y Primaria.

Finalmente, resulta oportuno indicar que los programas de educación emocional tienen efectos positivos en el desarrollo integral de las personas, las relaciones interpersonales, la disminución de conflictos, el clima de clase, el rendimiento académico, el bienestar, el autoconcepto social y emocional, el aprendizaje, entre otros (Bisquerra, 2016a; Bisquerra, 2016b; Coelho, Marchante y Sousa, 2016; Durlak y Weissberg, 2005; Durlak, Weissberg, Dymnicki, Taylor y Schellinger, 2011).

II.2.10. Intervenciones sobre educación emocional

La implantación de la Educación Emocional pasa por tres fases principales: sensibilización, formación y aplicación. La primera, consiste en tomar conciencia sobre la importancia de la educación emocional; la segunda, corresponde a la adquisición de las competencias emocionales desde la educación formal; la tercera, tiene como objeto la puesta a punto de esos conocimientos en las relaciones interpersonales y consigo mismo en la cotidianidad (ver figura II.5).

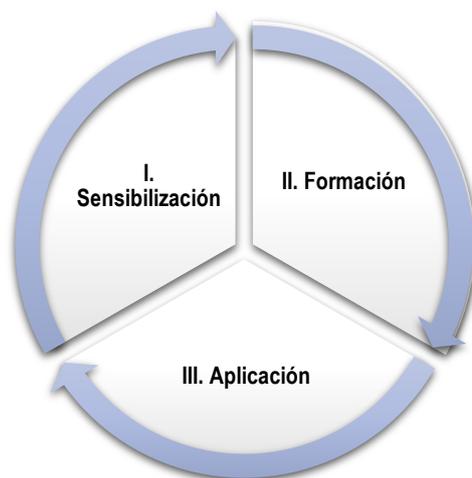


Figura II.5. Modelo de implementación curricular de un programa de intervención emocional.
Fuente: Elaborado por Retana-Alvarado (2018).

El diseño e implementación de un programa de intervención en educación emocional debe contextualizarse según los destinatarios (estudiantes, docentes o familias) y puede diferir en cuanto a sus finalidades. Peñalva-Vélez et al. (2016) proponen planificar las intervenciones en educación emocional en el marco del desarrollo curricular, como vía de formación en competencias emocionales, considerando las diferencias de género que se aprecian en diversos estudios. Por ejemplo, en la formación inicial de maestros existen diferencias en cuanto a la percepción de los sentimientos a favor de las mujeres y la regulación de las emociones en provecho de los hombres (Molero, Ortega y Moreno, 2010).

Como común denominador, Bisquerra (2016a) propone que los contenidos giren en torno a las competencias emocionales (conocimiento de las propias emociones e identificación de las emociones de los otros, denominación correcta de las emociones y regulación), apoyados de una metodología eminentemente práctica, activa y experiencial. Se puede aplicar dinámicas grupales (juegos, simulaciones, entre otras) y técnicas individuales (autorreflexión, relajación y respiración) para estimular las competencias de regulación emocional y habilidades para la vida y el bienestar. Además, recomienda la teoría sociocognitiva de Bandura (1986, 1991) como referente en el diseño de metodologías de intervención, puesto que se centra en cómo las personas autorregulan su aprendizaje, el cual ocurre por procesos conductuales (observación de la conducta, identificación de las consecuencias de las acciones, imitación y modelado) y procesos cognitivos (atención y memoria). Desde esta perspectiva, las personas poseen capacidades de autorreflexión que les permite ejercer control sobre sus pensamientos, sentimientos, motivación y acciones.

Si un formador de maestros durante la enseñanza presenta un comportamiento asertivo, cercano, conciliador; asume una actitud respetuosa ante la diversidad; escucha atentamente opiniones, intereses, sentimientos; aporta ejemplos y estrategias que permiten contener y canalizar las

emociones en el clima de aula; probablemente representará un buen modelo para que los maestros en formación inicial trasladen esos aprendizajes a su futura enseñanza.

En lo que refiere a la evaluación de las competencias emocionales se puede utilizar la evaluación 360°, el portafolio, las observaciones y la entrevista. La evaluación 360° es una técnica compleja en la que al menos siete personas evalúan las competencias emocionales de cada estudiante (tres profesores, tres estudiantes y la autoevaluación de todos). Esta favorece el seguimiento sobre la evolución de un programa de educación emocional y sus efectos sobre el conjunto estudiantil (Bisquerra, Martínez, Obiols y Pérez-Escoda, 2006).

En España se han realizado diversas intervenciones en el sistema universitario, debido a la incorporación de las competencias en las nuevas titulaciones de Grado y el plan Bolonia adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior. En este sentido, Palomera, Briones y Gómez-Linares (2017) diseñaron y desarrollaron un programa de educación emocional para la formación de docentes en el Grado de Maestro en Educación Primaria y el Máster en Educación Emocional, Social y de la Creatividad que pretendía la reflexión, el desarrollo de estrategias para el desarrollo socioemocional, el bienestar docente y la convivencia. Los autores concluyen que es posible la mejora de las competencias emocionales en la formación inicial y que los participantes muestran satisfacción respecto a los contenidos, la metodología y la utilidad del programa para su aplicación en la cotidianidad y en el ejercicio de la profesión.

En Didáctica de las Ciencias Experimentales se ha diseñado e implementado programas de intervención emocional enfocados en el diagnóstico y la regulación de las emociones de futuros maestros y profesores de ciencias de educación primaria y secundaria respectivamente. Brígido (2014) presenta un programa metacognitivo de intervención emocional en la enseñanza de las ciencias para maestros de primaria en formación inicial. La intervención se basa en actividades de reflexión individual y grupal para mejorar emociones, actitudes y creencias negativas hacia la enseñanza de las ciencias. Después de la participación en el programa muestran actitudes, emociones y creencias de autoeficacia y autorregulación más positivas ante la enseñanza de los contenidos científicos, en comparación con las que presentaban al inicio.

Brígido, Borrachero, Bermejo, Gómez y Mellado (2011) indican que los futuros maestros vaticinan el uso de estrategias de autorregulación para afrontar las dificultades ante la enseñanza de los contenidos científicos, de manera similar a las que empleaban en su etapa como estudiantes. También, Borrachero (2015a y 2015b) lleva a cabo un programa de intervención para mejorar las creencias y emociones de futuros profesores mientras realizan las prácticas, superando los núcleos duros de pensamiento que actúan como obstáculos en el proceso educativo. Al inicio presentan bajas creencias de autoeficacia para la enseñanza y carecen de estrategias de autorregulación que les provoca emociones negativas y emociones positivas. Con el programa de intervención logran emplear estrategias de regulación y mejoran las emociones en la enseñanza de las ciencias, prevaleciendo totalmente las emociones positivas (Borrachero et al., 2017).

II.3. Las emociones en el Conocimiento Didáctico del Contenido del profesorado de Ciencias Experimentales

Shulman (1986, 1987) propone que los profesores desarrollan un conocimiento particular que distingue la enseñanza como profesión al que denomina el Conocimiento Didáctico del Contenido (en adelante CDC). Este conocimiento profesional determina la interacción entre tres categorías respecto a los conocimientos que deben dominar para la planificación y ejecución de la enseñanza: conocimiento de la materia, conocimiento pedagógico y conocimiento del currículum; los cuales se enmarcan en un modelo de razonamiento y acción donde toman lugar la comprensión, transformación, enseñanza, evaluación y reflexión sobre las representaciones de los contenidos disciplinares. De esta manera, el profesorado parte de la comprensión o razonamiento sobre los contenidos, para posteriormente, planificar, organizar y presentar un tema adaptándolo de acuerdo con las características y necesidades particulares de los estudiantes.

El CDC es elaborado de manera personal por el profesorado en la práctica de la enseñanza, distingue a los profesores expertos de la materia y es relevante en su formación inicial y permanente. Respecto al desarrollo profesional de los profesores de ciencias, existe una componente estática que se relaciona con el conocimiento académico sobre su disciplina y una componente dinámica que está ligada a emociones, concepciones, actitudes, reflexión e implicación personal (Mellado, 2011). El CDC tiene orígenes diversos como la educación formal básica y media, la formación inicial docente y disciplinar, la formación continua y las experiencias cotidianas de la práctica de la enseñanza (Van Driel, Berry y Meirink, 2014).

Por otra parte, Magnusson, Krajcik y Borko (1999) ubican el conocimiento sobre la enseñanza de un tópico específico o CDC como un único dominio constituido por las orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias, el conocimiento del currículum, el conocimiento de la evaluación científica, el conocimiento de los estudiantes de ciencias y el conocimiento de las estrategias de enseñanza. Diversos autores (Garritz, 2009, 2010 y 2011; Mellado, Garritz y Brígido, 2009; Padilla y Van Driel, 2012; Park y Oliver, 2008; Shulman, 2015; Zembylas, 2007) sostienen agregar un sexto componente que representa el “paradigma perdido” de la investigación sobre CDC: conocimiento y creencias sobre el dominio afectivo relacionado con un contenido específico de la materia, dado que las representaciones y ejemplos sobre determinados tópicos científicos están impregnados de las emociones del profesor.

En los modelos de CDC propuestos por Shulman (1986, 1987) y Magnusson et al. (1999) se encuentran debilidades como las siguientes: la ausencia de las emociones y la motivación, el predominio del pensamiento del profesor frente a un énfasis limitado en su habilidad de actuación en el aula, se omite el contexto sociocultural de enseñanza y la relación del CDC con los resultados de aprendizaje de los estudiantes (Gess-Newsome, 2015; Shulman, 2015).

En la Cumbre CDC celebrada en Springs Colorado, Estados Unidos, en octubre de 2012, un conjunto de 22 investigadores especialistas en CDC procedentes de siete países propuso el modelo de conocimiento profesional del profesor y su habilidad en la enseñanza (Gess-Newsome, 2015), tras un proceso colaborativo que buscaba consenso internacional en la construcción del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) debido a las múltiples definiciones, interpretaciones y aplicaciones que se le atañen y las variadas formas de operacionalizar ese conocimiento en la investigación educativa. En ese proceso se analizó la naturaleza y el modelo de CDC, la relación con otras bases del conocimiento profesional, los instrumentos de recolección de datos y las progresiones en el aprendizaje.

Este modelo incluye el conocimiento profesional del docente y sitúa el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en la complejidad del proceso de enseñanza y aprendizaje (ver figura II.6). El modelo llamado “Teacher Professional Knowledge and Skill” (TPK&S) difiere del presentado por Magnusson et al. (1999), quienes ubican el conocimiento sobre la enseñanza de un tópico específico o CDC como un único dominio influenciado por el conocimiento pedagógico, el conocimiento de la materia y el conocimiento de los estudiantes que es permeado y/o amplificado por las concepciones del profesorado. Así que, en el marco del nuevo modelo se posiciona al CDC desde su naturaleza integrada, en lugar de transformadora (Gess-Newsome, 1999).

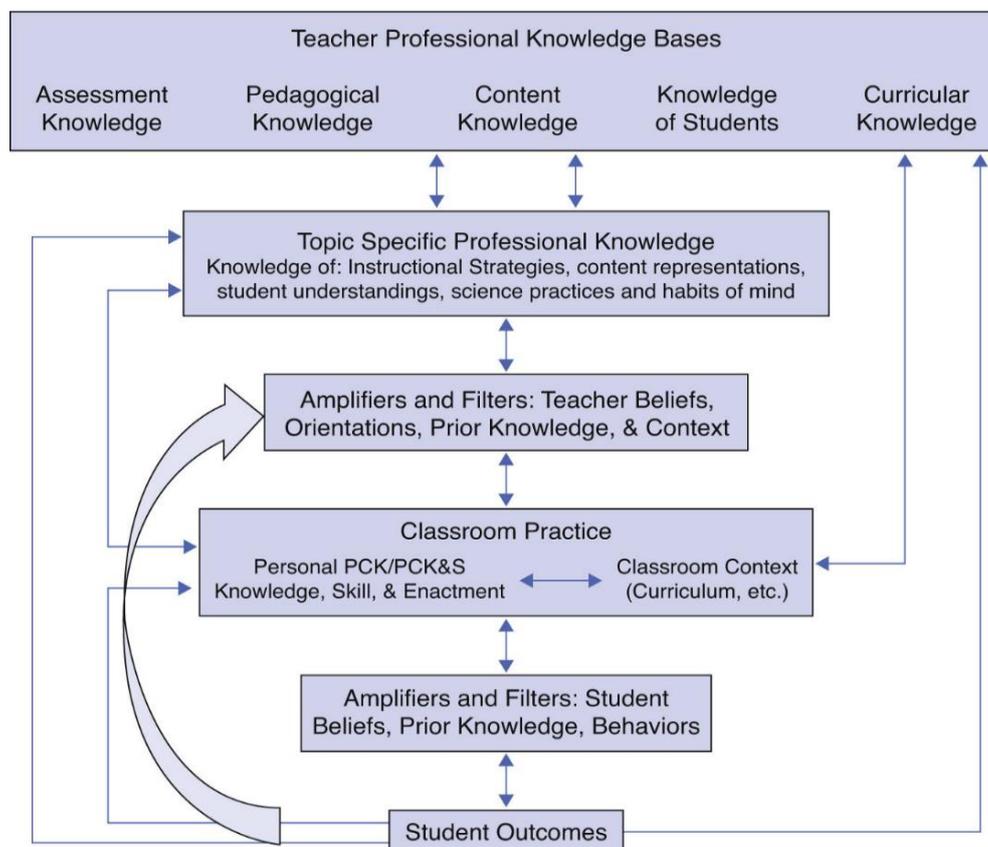


Figura II.6. Modelo de conocimiento profesional y habilidad incluyendo CDC e influencia sobre la práctica de aula y los resultados de los estudiantes (TPK&S). Fuente: Gess-Newsome (2015).

El modelo de Gess-Newsome (2015) establece las interacciones entre el CDC y el contexto (estudiantes incluidos), comprende un ciclo dinámico e iterativo partiendo de las “**bases del conocimiento profesional del profesor (TPKB/BCPP)**” que contienen el conocimiento de la evaluación (conocimiento del diseño y utilización de las evaluaciones sumativas y formativas y cómo utilizar los resultados de esas evaluaciones para diseñar o modificar la enseñanza), la pedagogía (estrategias para manejo de aula, estrategias de enseñanza basadas en las necesidades de los estudiantes o cómo diseñar un plan de lección), el conocimiento del contenido académico de la disciplina (prácticas científicas y de ingeniería e ideas centrales disciplinarias), los estudiantes (desarrollo físico y cognitivo, comprensión de las diferencias entre el alumnado que podrían requerir diferenciación de enseñanza) y el currículum (objetivos y estructuras del programa, el rol de un ámbito y secuencia, la habilidad para evaluar el currículum por la coherencia y articulación).

Otras categorías de conocimiento también podrían incluirse, por ejemplo, el componente ideológico y la Educación Emocional, aunque, esto requiere el análisis y la documentación de buenas prácticas para incluirse como modelo de referencia en ese ámbito. El TPKB es un conocimiento genérico de la profesión docente; es decir, no está asociado con un contenido específico; es normativo, informa y es informado por el “**conocimiento profesional de los tópicos específicos (TSPK/CPTE)**” que combina conocimiento de la materia, pedagogía y contexto.

El TSPK incluye las representaciones, las dificultades de los estudiantes, los obstáculos y la evolución en el alumnado, el conocimiento de las estrategias de enseñanza, las prácticas científicas y los hábitos de la mente. Es concreto a un tema y nivel de desarrollo; mas no en un nivel disciplinar, asume un rol normativo; porque indica qué se desea que conozcan los profesores sobre un tema y la enseñanza en un contexto específico; es dinámico y difícil de describir, es un conocimiento canónico, pues se genera a través de la investigación y las mejores prácticas de enseñanza, por lo cual es reconocido y codificado por la comunidad científica. Este conocimiento puede evaluarse en la práctica a través de metodologías propias de la investigación-acción con instrumentos como diario de campo, análisis de vídeos y grupos de discusión (Mora y Parga, 2017). Además, el **CDC canónico** se puede utilizar para la formación de profesores y el desarrollo de secuencias de enseñanza y aprendizaje sobre el tópico particular (Alvarado, Cañada, Garritz y Mellado, 2015).

Gess-Newsome (2015) indica que las **representaciones del contenido** (CoRe, por su acrónimo en inglés) desarrolladas por Loughran, Berry y Mullhall (2012) son un ejemplo del conocimiento profesional sobre los tópicos específicos, así como una manera de capturar y documentar el CDC. Estas incluyen ideas, dificultades, limitaciones, estrategias, representaciones y recursos de enseñanza (analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, vídeos, actividades prácticas, entre otras) relacionadas con ese tópico. Las representaciones del contenido aportan una visión acerca

de cómo los profesores enfocan la enseñanza de un cierto tópico a un grupo específico de estudiantes en un contexto particular (Alvarado et al., 2015).

Seguidamente, el conocimiento del profesor y su habilidad para la enseñanza, así como su propio aprendizaje es amplificado y/o filtrado por sus **afectos, concepciones epistemológicas y didácticas, conocimientos previos, las características de los estudiantes y el contexto**. Las concepciones, por su naturaleza esencialmente cognitiva, describen la estructura del pensamiento y su contenido, son muy estables y resistentes al cambio y en algunas ocasiones pueden determinar las acciones en la práctica profesional (Bryan, 2012).

Estos amplificadores o filtros movilizan el conocimiento profesional sobre los tópicos específicos a la práctica áulica y, por consiguiente, facilitan u obstaculizan la enseñanza. Precisamente, en ese espacio es donde se puede ubicar el **CDC personal** del profesor y conocer sus interacciones con el contexto específico de la clase y el currículum. En este sentido, Nilsson y Vikström (2015) sostienen que el CDC se fundamenta en la práctica de aula y es en la enseñanza donde se debe analizar.

Gess-Newsome (2015) define el CDC como un atributo personal del profesor que se considera como conocimiento base para la enseñanza de un tópico particular y en un contexto de aula muy específico y como habilidad en la acción de la enseñanza. El CDC es un constructo independiente del conocimiento pedagógico y del conocimiento del contenido, aunque relacionado (Kirschner, Borowski, Fischer, Gess-Newsome y von Aufschnaiter, 2016) que sitúa el conocimiento del profesor y la práctica dentro de la enseñanza de una disciplina específica de ciencias (Gess-Newsome, Taylor, Carlson, Gardner, Wilson y Stuhlsatz, 2017). Asimismo, el **CDC personal** está relacionado con la reflexión sobre la acción (explícito) mientras que el **CDC y habilidad (CDCyH)** se define a través del acto de la enseñanza y la reflexión en la acción (tácito o explícito).

En otras palabras, el CDC personal es el conocimiento para, previo razonamiento, planificar la enseñanza de un tópico particular, en formas distintas, para un propósito particular, a estudiantes particulares, para fortalecer los resultados de aprendizaje de los estudiantes. En cambio, el CDCyH es el acto de enseñar un tópico particular, en formas diferentes, para un propósito particular, a estudiantes particulares, para fortalecer sus resultados (Carlson y Gess-Newsome, 2013).

De esta forma, en el marco de la Hipótesis de la Complejidad, el desarrollo profesional del profesor está determinado por la integración entre la complejidad de la reflexión (CDC personal) y la complejidad de la práctica de aula (CDCyH) (ver figura II.7 más adelante). La complejidad se concibe como la evolución de la capacidad del profesor de interactuar con el entorno educativo, social y natural, en el ejercicio de su profesión y a través de la reflexión orientada hacia y en la práctica, afectando los aspectos ideológicos, educativos, contextuales, epistemológicos, curriculares y emocionales de su trabajo y pensamiento. Diferenciamos, tres dimensiones: técnica, práctica y crítica, de complejidad creciente, en función del grado de interacción social, desde los

intereses instrumentales técnicos (obstáculos), hasta la concienciación social y el papel emancipador de la educación (Vázquez-Bernal et al., 2007a; 2007b; 2010; 2012).

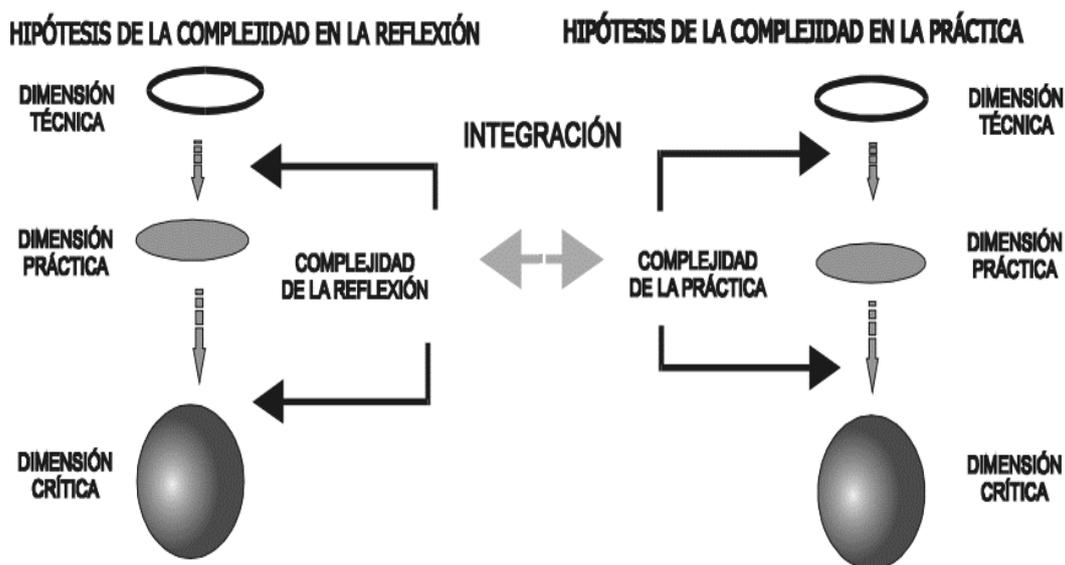


Figura II.7. Integración de la reflexión y la práctica. Fuente: Vázquez-Bernal et al. (2007).

Desde la óptica de la Hipótesis de la Complejidad como herramienta para el análisis de la práctica de aula, nuestro grupo de investigación sostiene que:

- Identificamos la Reflexión para la práctica (Reflection on Action) como el CDC personal (personal PCK) y la práctica de aula como (Reflection in Action) como el CDCyH (personal PCK&S).
- El nivel de referencia sería el CDC canónico (canonical PCK), pero podríamos asimilarlo al TSPK y al TPKB del que deriva.
- Cuando analizamos la reflexión estamos hablando de un conjunto de categorías que forman el CDC personal.
- Cuando analizamos su práctica de aula, estamos analizando su CDCyH (PCK&S) personal del profesor.
- Cuando hablamos de integración, promovemos que conocimiento y habilidades a través de la acción se integren dentro del contexto durante las prácticas de aula.

Por otra parte, es relevante destacar que todos los profesores tienen un CDC personal pero no todos poseen un CDC canónico, en ocasiones construyen el CDC canónico a través de discusiones con sus colegas sobre la efectividad de las representaciones que utilizan en la enseñanza (Garritz, 2015). El CDC en la acción se puede analizar a través de observación sistemática de la práctica en el aula mientras que el CDC sobre la acción mediante análisis de

entrevistas y episodios de la clase grabados en vídeo. Como resultado de su reflexión en la práctica de enseñanza, los profesores generan su propio conocimiento práctico profesional (Gess-Newsome, 2015; Porlán, Martín del Pozo, Rivero, Harres, Azcárate y Pizzato, 2010).

De esta forma, el conocimiento académico base para la enseñanza se integra y transforma en el CDC durante la práctica en el contexto particular (Mellado et al., 2014) y los cambios en ese conocimiento también dependen de las emociones que experimentan los docentes durante la enseñanza de los contenidos científicos (Melo et al., 2017). Además, las emociones igualmente se transforman e integran en la innovación y el desarrollo profesional de los contenidos específicos (Melo y Cañada, 2018). En suma, una de las contribuciones del modelo unificador TPK&S articulado por Gess-Newsome (2015) es la eliminación de las orientaciones y concepciones del constructo de CDC, posicionándose ahora como amplificadores o filtros para las prácticas de aula.

Consideramos que, en el marco de este modelo de conocimiento profesional, las concepciones amplifican o filtran el conocimiento de los tópicos específicos y su interacción en el clima de aula, y, por lo tanto, facilitan u obstaculizan la puesta a punto de procesos indagatorios, definiendo así modelos didácticos y el CDC personal que se ajusta a dichos modelos declarados.

Por ejemplo, en un grupo de maestros costarricenses de Ciencias en ejercicio, Retana-Alvarado y Vázquez-Bernal (2016d, 2017 y 2018f) identifican distintos perfiles de complejidad en las concepciones hacia la indagación que sugieren la existencia de algunas concepciones constructivistas próximas a un modelo didáctico alternativo acompañadas también de concepciones epistemológicas positivistas y empiristas con una tendencia evolutiva hacia niveles de mayor complejidad didáctica, las cuales podrían determinar las acciones en el aula, impulsando o limitando la indagación. El CDC y las acciones de esos docentes se ubican en perfiles intermedios de complejidad pues seleccionan un objeto de estudio, recolectan preguntas, analizan niveles de progresión en el aprendizaje de los estudiantes y estudian los conocimientos científicos escolares asociados a las unidades indagatorias (Retana-Alvarado y Vázquez-Bernal, 2016e), pero su reflexión sobre lo que dicen que hacen en la práctica no alcanza un perfil de referencia en el modelo propuesto.

Por otra parte, el cambio de una concepción repercute en todo el sistema de creencias que le constituyen, pero no necesariamente su progresión se verá reflejada en una evolución de las acciones didácticas. Los procesos de formación inicial y desarrollo profesional podrían contribuir en la coherencia del binomio concepción-práctica si se le motiva al futuro maestro o profesor en ejercicio a reflexionar en y sobre la acción, elemento clave en la formación de profesionales intelectuales (Giroux, 1990; Perrenoud, 2001; Schön, 1992; Vázquez-Bernal et al., 2012); reconociendo el aporte de las emociones y el conocimiento de las ideas alternativas de los estudiantes así como el fortalecimiento de su habilidad en la enseñanza.

En el modelo de Gess-Newsome (2015) también se incluye la contribución de los estudiantes quienes poseen **emociones, concepciones, conocimientos previos, habilidades, motivaciones y comportamientos** que actúan como amplificadores y/o filtros de los ámbitos curriculares que toman lugar en la clase, los cuales tendrán su influencia sobre el aprendizaje, los logros académicos y lo que ocurre en el clima de aula. Esos resultados de rendimiento y aprendizaje también ofrecen información para orientar la práctica de enseñanza y contribuir al desarrollo de conocimientos profesionales sobre los tópicos específicos de ciencias.

Por lo tanto, a la luz del modelo se propone que la indagación como metodología no debe reducirse a un procedimiento más o a un conjunto de pasos por seguir de forma lineal y estructurada, sino que puede considerarse como un ámbito curricular que permea todo el esquema del modelo, pero que sienta sus bases en el conocimiento profesional de los tópicos específicos de ciencias y en los procesos de reflexión sobre y en la práctica de aula.

Es decir, consideramos que las emociones y el CDC personal de quien aplica la indagación fundamentan el tópico particular, que a su vez interacciona con el contexto donde ocurre la mediación. Entonces, la dimensión afectiva y el desempeño del profesor en el aula son factores primordiales en el logro académico de los estudiantes (Garritz, 2013).

Desde la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales se debe seguir analizando con mayor profundidad el rol y las interacciones que asumen las emociones en el modelo de conocimiento profesional y habilidad del profesorado. Finalmente, se requiere una mayor integración de los conocimientos científicos y didácticos en la formación inicial de maestros en las universidades españolas, donde con frecuencia prevalece la introducción exclusiva de contenidos conceptuales de ciencias generando rechazo hacia esas asignaturas (García-Barros, 2016).

II.3.1. La investigación sobre las emociones del profesorado en formación acerca del aprendizaje y la enseñanza de las ciencias

La enseñanza es una profesión emocional en la que se establecen relaciones entre profesores y estudiantes, por tanto, implica un esfuerzo intenso para regular las emociones (Frenzel et al., 2016; Schutz, 2014) y crear ambientes de aprendizaje inspiradores donde existan oportunidades para la expresión emocional (Zembylas, 2003).

Las emociones son el factor de mayor influencia en la enseñanza porque asumen un rol central en la toma de decisiones, el desarrollo profesional y la formación de la identidad profesional (Shapiro, 2010), en definitiva, los profesores expertos también se distinguen de los principiantes por las emociones que proyectan y gestionan en las buenas prácticas de aula.

Desde una perspectiva sociológica y psicosocial, la enseñanza como práctica emocional afecta los sentimientos y las acciones de otros con quienes los docentes interactúan, envuelve comprensión de las emociones, es una forma de labor emocional que para muchos es una tarea de amor y las emociones del profesorado están conformadas por sus propósitos morales y

habilidad para alcanzar los objetivos (Hargreaves, 1998). Este autor plantea que la enseñanza aparte de implicar sensibilidad emocional también requiere activar la labor emocional, la cual es definida por Morris y Feldman (1996) como “el esfuerzo, planeamiento y control necesario para expresar emociones de forma organizada durante las relaciones interpersonales” (p. 987), eso implica que en profesiones como la docencia se espere la manifestación de emociones positivas con carácter altruista.

Hagenauer et al. (2015) refieren que la capacidad de los profesores para gestionar el aula y formar relaciones interpersonales positivas con los estudiantes son factores importantes para su propio bienestar emocional. Esas interacciones pueden evocar emociones positivas y emociones negativas (Sutton y Wheatley, 2003). Los docentes experimentan satisfacción, entusiasmo, alegría, felicidad y orgullo si las relaciones con sus estudiantes son adecuadas o si se cumple un objetivo de enseñanza (Hargreaves, 2000; Sutton y Harper, 2009; Schwarzer y Schreiber-Neumann, 1990). Por el contrario, sienten enfado, frustración y ansiedad cuando el alumnado muestra falta de disciplina y desafía la competencia (Chang y Davis, 2009).

De acuerdo con Sutton y Harper (2009), los profesores experimentados construyen ambientes de aprendizaje productivos a través del humor y la expresión de las emociones positivas. Además, para la reducción de las emociones negativas, emplean estrategias como declaraciones de autoafirmación, que consiste en tener pensamientos positivos; la utilización de un diario de enseñanza emocional, con el propósito de identificar situaciones de emociones intensas y prevenirlas.

También estos autores señalan otras estrategias centradas en las respuestas emocionales que modulan la experiencia mediante la respiración profunda (contar hasta diez), el cambio de los pensamientos vinculados con emociones negativas intensas, la relajación, el ejercicio y la planeación preventiva para el día siguiente. En cambio, otros docentes involucran a los estudiantes en discusiones sobre estrategias de regulación emocional, conversan con sus colegas y reflexionan reevaluando los episodios emocionales de la clase.

Dadas las condiciones que anteceden, se reconoce que las emociones del profesorado producen cambios en el CDC durante la enseñanza, cuyos orígenes se asientan en los antecedentes escolares, se inicia en la formación inicial y se desarrolla en la experiencia profesional (Mellado et al., 2014). Seguidamente, se presentan antecedentes que justifican las emociones del profesorado en el aprendizaje de las ciencias en la Educación Primaria y Secundaria, asimismo en la formación inicial como estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria.

II.3.1.1. Las emociones hacia el aprendizaje de las ciencias

A continuación, se indican algunos antecedentes escolares que permiten reconocer cómo las emociones se manifiestan y cambian a lo largo de los ciclos de la escolarización afectando posteriormente las decisiones de preferencia y selección de itinerarios científicos en el bachillerato

o carreras universitarias relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por su acrónimo en inglés) e incluso la transferencia de las emociones sentidas en las clases de ciencias a la futura docencia en aquellos que optan por la formación docente (Brígido, Bermejo, Conde y Mellado, 2010).

Los estudiantes en la Educación Primaria experimentan emociones positivas como diversión, felicidad, alegría y sorpresa cuando realizan actividades investigativas, salidas fuera del aula y juegos. Sin embargo, en las actividades tradicionales como el uso del libro de texto y la resolución de ejercicios sienten mayoritariamente emociones negativas como aburrimiento, miedo y ansiedad (De Orta et al., 2016). En esta etapa escolar es fundamental el diseño de intervenciones que favorezcan la dimensión emocional de los estudiantes y del docente a través de actividades de autorregulación afectiva y metacognitiva en aras de fomentar la motivación y el cambio conceptual positivo (Pérez-Huelva, de las Heras Pérez, Jiménez-Pérez 2017).

Un ejemplo de esto corresponde a una intervención basada en un proyecto de investigación escolar con estudiantes de 5° de Educación Primaria quienes indagan acerca de los seres vivos que constituyen el ecosistema de las Marismas del Río Odiel (Huelva), sus funciones y diversidad. En ese contexto, de las Heras, Reyes, De Orta y Romero (2017) realizan un diagnóstico de la autopercepción socioemocional y hallan que los niños aumentan su estado de ánimo, motivación y felicidad cuando se involucran en la investigación escolar. Asimismo, los estudiantes mejoran la empatía y adaptabilidad para resolver problemas colaborativamente. Estos autores no hallaron diferencias estadísticas significativas entre las dimensiones de la Inteligencia Emocional: estado de ánimo, interpersonal, intrapersonal, adaptabilidad y control del estrés en función del sexo.

También, Monge-Sandoval, Camacho-Álvarez y Retana-Alvarado (2017) hallaron que cuando los niños del primer ciclo de la Educación Primaria desarrollan y presentan proyectos de indagación en las Ferias de Ciencia y Tecnología experimentan emociones positivas como alegría, felicidad y bienestar que son causadas por las actividades de experimentación y comunicación; la interacción con sus pares, maestros y padres de familia; la motivación y el reconocimiento. Sin embargo, también manifiestan emociones negativas como ansiedad y nerviosismo debido al proceso de juzgamiento y selección de los mejores proyectos.

Por otra parte, diversos estudios indican que conforme aumenta la edad de los estudiantes disminuyen las emociones positivas hacia las ciencias debido a la transición a nuevos ciclos educativos en los que el profesorado olvida la dimensión afectiva en la enseñanza, fijando hábitos y rutinas transmisivas en las que se prioriza la objetividad de la ciencia, el aprendizaje de contenidos científicos y la evaluación con función sumativa. Estas causas les aleja de la predilección de itinerarios científicos en el bachillerato y la universidad (Rocard et al., 2007; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2007a y 2007b).

En consecuencia, las emociones de los estudiantes de Secundaria en el aprendizaje científico son factores relevantes que determinarán el desarrollo de su vocación profesional. En este sentido, a través de la modelización de ecuaciones estructurales, se ha constatado que la autoeficacia es relevante por su relación con la capacidad de integración social en la comunidad científica y la predicción de continuar una carrera científica (Estrada, Woodcock, Hernández y Schultz, 2011) y que la motivación hacia las ciencias está altamente determinada por la autopercepción de autonomía y competencia (Lavigne, Vallerand y Miquelon, 2007) o por la importancia de la ciencia para sus futuras carreras (Glynn, Taasobshirazi y Brickman, 2007). Además, utilizando este modelado estructural y a partir de los resultados de pruebas PISA, se encontró que los factores afectivos, como la actitud y la motivación, contribuyeron al logro positivo en ciencias, en alumnado de 15 años (Ozel, Caglak y Erdogan, 2013).

Ahora bien, según Borrachero (2015a) no todas las asignaturas científicas despiertan las mismas emociones. Los estudiantes en su paso por la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) experimentan principalmente emociones positivas hacia Biología, Geología y Tecnología, así como emociones negativas hacia Física, Química y Matemáticas. Con referencia al género, diversos estudios sugieren que los varones experimentan con mayor frecuencia emociones positivas hacia Física, Química y Matemáticas a diferencia de las mujeres quienes sienten mayoritariamente emociones negativas hacia dichas asignaturas (Borrachero, 2015a; Dávila-Acedo, Borrachero, Cañada y Sánchez, 2016). De manera semejante, en el aprendizaje de la Tecnología, las chicas experimentan más emociones negativas en comparación con los chicos (Ramírez y Dávila-Acedo, 2017).

Por otra parte, las causas de las emociones se atribuyen a aspectos relacionados con el profesor (metodología de enseñanza, actitud y evaluación), la asignatura (contenido teórico, resolución de problemas y actividades prácticas) y el propio estudiante (resultados académicos, capacidad de aprendizaje y motivación) (Borrachero, 2015a). Por ejemplo, en relación con el aprendizaje de Física y Química, los estudiantes de Secundaria experimentan emociones negativas (preocupación y nerviosismo), así como emociones positivas (satisfacción, confianza y alegría). En lo que se refiere a las emociones positivas, estas son causadas por la implementación de estrategias de laboratorio y actividades fuera del aula; la evaluación; la motivación del profesor, la resolución de dudas y el uso de tecnologías educativas (Dávila-Acedo, Borrachero, Cañada y Sánchez, 2017).

Considerando otras causas asociadas con el estudiante, Borrachero, Dávila-Acedo y Costillo (2017) y Dávila-Acedo, Cañada, Sánchez y Mellado (2016) revelan que el estudiantado experimenta emociones positivas al obtener buenos resultados académicos en esa asignatura, por el contrario, manifiesta emociones negativas en la resolución de problemas y exposiciones orales. En otro estudio se pone de manifiesto que los estudiantes sienten en mayor medida emociones negativas como aburrimiento, nerviosismo y preocupación debido a los contenidos; además, las

emociones positivas (tranquilidad, diversión, alegría y confianza) son causadas por aspectos relacionados con el profesor como la metodología y su actitud (Dávila-Acedo, 2017).

También, la creencia sobre la propia capacidad del estudiante para aprender asignaturas científicas en Secundaria se relaciona con sus emociones. Así, el estudiantado experimenta en mayor medida emociones positivas cuando se siente capacitado para el aprendizaje de las materias de ciencias, de lo contrario, experimentan emociones negativas (Borrachero, Dávila-Acedo y Costillo, 2016). Para ilustrar esto, los autores indican que quienes se sienten capacitados para aprender Biología experimentan con mayor frecuencia confianza, entusiasmo, satisfacción y alegría, mientras que quienes no poseen esa creencia sienten preocupación y nerviosismo.

En lo que refiere a las competencias emocionales de los estudiantes de Secundaria, Peñalva-Vélez et al. (2016), sugieren que existen diferencias significativas según el género. Los chicos poseen mayor conciencia emocional y muestran mayor regulación emocional, en comparación con las chicas quienes presentan menor regulación emocional y menor capacidad de afrontamiento de las emociones negativas.

En esta etapa escolar, los estudiantes necesitan ver el aula como promotora de interacciones sociales y soporte de la afectividad (Encarnação, 2016). Por ejemplo, detectan fácilmente los estados emocionales y las actitudes de sus profesores, reconocen que para aprender requieren orden, esfuerzo, respeto y amor. En este sentido, Bellocchi y Ritchie (2015) indican que, en las clases de ciencias, la comprensión de los conceptos científicos, las interacciones sociales y alcanzar el éxito en tareas consideradas difíciles están relacionadas con orgullo y triunfo.

Además, las emociones positivas de los estudiantes estimulan efectos de aceptación, actividad y autorregulación, de ahí la importancia que los profesores diseñen estrategias fundamentadas en los perfiles de inteligencias múltiples, de tal forma que eviten el rechazo hacia las distintas asignaturas científicas (Álvarez-Grajera, 2017). Al respecto, Sánchez et al. (2017) indican que la implementación de unidades didácticas basadas en dichas capacidades mejora significativamente el rendimiento emocional y la adquisición de contenidos, a diferencia de quienes siguen un método transmisivo.

II.3.1.2. El recuerdo y la experimentación de las emociones hacia el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias

La escolarización que recibieron los estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria en el transcurso de los años previos al ingreso a la universidad influye en las emociones que experimentan hacia las asignaturas de Didáctica de las Ciencias Experimentales. En este sentido, Amat y Sellas (2017) sostienen que los maestros en formación inicial llegan a esas asignaturas con una carga emocional bastante negativa. Estos autores indican que la mayoría de las emociones positivas y negativas son causadas por la relación con el dominio del contenido científico y el modelo didáctico vivido en sus antecedentes escolares. En mayor medida, las causas

de las emociones negativas que recuerdan se relacionan con una metodología transmisiva y las causas de las emociones positivas se refieren a metodologías innovadoras.

Al respecto, el recuerdo de sus emociones hacia el aprendizaje de las asignaturas científicas influye en las emociones que vaticinan hacia su enseñanza como futuros maestros. En otras palabras, los maestros en formación muestran emociones hacia el aprendizaje y la enseñanza de los contenidos de ciencias, producto del recuerdo de sus antecedentes como estudiantes de primaria y secundaria, con fuerte influencia en la futura docencia (Brígido, 2014). En este sentido, existen diferencias estadísticas significativas según el género, los varones experimentan emociones positivas con mayor frecuencia tanto en el aprendizaje como en la futura enseñanza de los contenidos científicos. También, hay diferencias significativas según la especialidad cursada en el bachillerato, quienes estudiaron Ciencias, Tecnología o Ciencias de la Salud experimentan en el aprendizaje y vaticinan en la futura enseñanza emociones más positivas a diferencia de aquellos que siguieron Humanidades, Ciencias Sociales o Arte (Brígido et al., 2009; Brígido, Couso, Gutiérrez y Mellado, 2013a, Brígido, 2014).

La mayoría recuerda emociones positivas como curiosidad e interés hacia el aprendizaje de Biología y Geología y emociones negativas como nerviosismo, tensión y preocupación hacia el aprendizaje de Física y Química. En consecuencia, vaticinan placer, satisfacción y entusiasmo ante la docencia de contenidos de Biología y Geología mientras que esperan sentir tensión, nerviosismo y preocupación ante la enseñanza de contenidos de Física y Química. Sobre esos últimos contenidos, se aprecia un aumento de las emociones positivas en sus expectativas de futura docencia y un descenso de las emociones negativas respecto a las que poseían en secundaria al aprender esas asignaturas (Brígido, Caballero, Bermejo, Conde y Mellado, 2009; Brígido et al., 2010; Brígido, Borrachero, Bermejo y Gutiérrez, 2012; Brígido et al., 2013a).

Por añadidura, las emociones que esperan experimentar en la enseñanza están correlacionadas significativamente con sus propias creencias de autoeficacia, las cuales son menores ante la enseñanza de contenidos de Física debido a emociones negativas (Brígido, Borrachero, Bermejo y Mellado, 2013b). Puesto que la asignatura de Física es la que genera mayores emociones negativas en el aprendizaje y la enseñanza, Mellado et al. (2014) indican que, en maestros en formación inicial, las causas de las emociones positivas se atribuyen mayoritariamente a elementos relacionados con el profesor como la metodología de enseñanza, la actitud y la evaluación, mientras que las causas de las emociones negativas se aplican a aspectos relacionados con el estudiante como los resultados académicos, la capacidad para aprender y la motivación; al contenido y la resolución de problemas.

Como se ha indicado, las emociones negativas pueden contrarrestarse generando emociones positivas más intensas (Damasio, 2010). Basados en esta premisa, Dávila-Acedo et al. (2015) han implementado intervenciones (prácticas de laboratorio) sobre contenidos de Física y Química (materia y energía) en la formación inicial, de tal manera que los futuros maestros eviten la

transferencia de emociones negativas a sus propios estudiantes. Considerando el momento previo y el posterior a las intervenciones, se aprecia un aumento significativo en la frecuencia de todas las emociones positivas, especialmente en satisfacción, entusiasmo y sorpresa y una merma en las emociones negativas como preocupación, vergüenza, miedo, tristeza y nerviosismo.

De forma similar, con el propósito de que los maestros en formación mejoren sus competencias para la enseñanza de las ciencias y reflexionen sobre sus propias emociones; Martínez, Cañada, Naranjo y Dávila-Acedo (2017) implementaron seminarios prácticos en el laboratorio de física con diversos planteamientos didácticos (práctica de laboratorio tradicional y taller de física recreativa). Los resultados revelan el predominio de emociones positivas como satisfacción, interés y alegría frente a una menor frecuencia de emociones negativas como rechazo, miedo y vergüenza. Además, existen diferencias significativas en las emociones según la modalidad de la práctica; experimentan mayor vergüenza, alegría y confianza en el taller de física recreativa, mientras que sienten mayor concentración, inseguridad y aburrimiento en la práctica de laboratorio.

Por otra parte, las atribuciones de las emociones positivas en el aprendizaje de la Biología se asocian con causas externas como el contenido teórico de la asignatura y a causas internas como los resultados académicos, la capacidad y motivación para aprender. En cuanto a las emociones negativas, las atribuciones están determinadas por la actitud del profesor, el contenido teórico de la asignatura y la motivación (Borrachero, 2015a).

En este sentido, Marcos-Merino et al. (2016) diseñaron una intervención basada en la indagación sobre biotecnología desde el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), a partir de las emociones experimentadas por maestros en formación inicial. Una vez aplicada la intervención se aprecia un incremento significativo de las emociones positivas, el aprendizaje y la disminución de las emociones negativas. Antes y después de la intervención, las emociones positivas más intensas son entusiasmo y alegría respectivamente; mientras que preocupación y frustración son las emociones negativas de mayor intensidad correspondientemente. En términos generales, se evidencia una fuerte correlación entre las emociones positivas y el aprendizaje.

Finalmente, Retana-Alvarado, de las Heras-Pérez, Vázquez-Bernal y Jiménez-Pérez (2018b) hallaron que la intensidad de las emociones positivas experimentadas por los futuros maestros hacia los contenidos científicos de Biología es mayor que en la metodología indagatoria antes de la implementación de un programa de intervención emocional. En este estudio se expresa mayor intensidad de emociones negativas hacia la metodología, en comparación con los contenidos científicos. En cuanto a los tópicos se aprecian correlaciones positivas entre satisfacción, interés, entusiasmo y bienestar; el interés disminuye conforme incrementa el aburrimiento y al aumentar el temor hay una merma en la tranquilidad. Respecto a la indagación, las emociones negativas incrementan su intensidad con un aumento del temor y el aburrimiento disminuye conforme aumentan las emociones positivas.

II.4. Indagación y abordaje de las cuestiones sociocientíficas como metodología de intervención emocional

Actualmente, los avances científicos y tecnológicos marcan la ruta hacia una sociedad basada en el conocimiento y la innovación, esto demanda mayor interés, sensibilización, compromiso, participación y responsabilidad de los ciudadanos, incluso en algunos contextos se fomenta la formación académica como científicos, de tal forma que aporten soluciones a los dilemas políticos, sociales, económicos y ambientales que involucra. A nivel internacional se ha puesto de relieve la promoción de la alfabetización científica como objetivo y competencia clave en el desarrollo.

Diversos autores y organizaciones (Acevedo, 2004; Confederación de Sociedades Científicas de España, 2011; Garritz, 2006; Lederman y Lederman, 2012; Osborne, 2014; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2016; Zúñiga, Leitón y Naranjo, 2014) plantean que la enseñanza de las ciencias debe contribuir con una educación para la ciudadanía más holística, integral y problematizadora, permitiendo la comprensión de la naturaleza de la ciencia, por lo que se ha considerado como un componente imprescindible en la alfabetización científica de los estudiantes. En muchos países la ciencia está presente en los currículos escolares desde la educación infantil hasta el término de la educación obligatoria, de tal forma que puedan llegar a ser usuarios informados, éticos y críticos del conocimiento científico.

En este sentido, la educación científica debe facilitar experiencias auténticas, estimulantes y motivadoras para que los estudiantes desarrollen el pensamiento científico, las competencias científicas y las competencias emocionales para la toma de decisiones fundamentadas en evidencias ante los problemas sociocientíficos de su cotidianidad a nivel local, nacional y global en el contexto actual o histórico. Entonces, un enfoque de enseñanza de las ciencias coherente con esta perspectiva debe centrar la mirada hacia el fomento de las competencias, la alfabetización científica y la formación de ciudadanos científicamente alfabetizados, para ello requiere un replanteamiento de las metodologías y el sistema de evaluación (Romero-Ariza, 2017), considerando las emociones como un componente integrador dentro del clima de aula.

A propósito de la alfabetización científica, el Programa PISA (OECD, 2016) le considera el constructo central en ciencias, es entendido como “la capacidad de involucrarse en cuestiones relacionadas con la ciencia como un ciudadano reflexivo” (p. 20). Desde este marco de referencia, un individuo alfabetizado científicamente es capaz de tomar decisiones informadas considerando los beneficios y riesgos potenciales de la aplicación del conocimiento científico para sí mismo y la sociedad, también posee un mayor conocimiento de los conceptos e ideas que fundamentan el pensamiento científico.

La alfabetización científica está definida por tres competencias que requieren de conocimiento científico: **explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar indagación científica, interpretar datos y evidencias científicamente**. La primera demanda un **conocimiento del**

contenido de ciencias (hechos, conceptos, ideas y teorías sobre el mundo natural), la segunda y tercera requieren de un **conocimiento procedimental** acerca de las prácticas científicas y la indagación (control de variables, modelización, tratamiento de datos, argumentación, comunicación, entre otros) y un **conocimiento epistémico** que incluye comprensión de la función de las preguntas, observaciones, teorías, modelos y argumentos. También, la definición de alfabetización científica establecida por PISA incluye cuatro aspectos interrelacionados e integrados: **contexto, conocimiento, competencias y actitudes** (ver figura II.8).



Figura II.8. Interrelación de los aspectos de la alfabetización científica. Fuente: Adaptado de OECD (2016) por Retana-Alvarado (2018).

En España, el informe *ENCIENDE* (COSCE, 2011) mantiene esta tónica al considerar las competencias científicas como competencias básicas para todos los ciudadanos, pues hace hincapié en la necesidad de conexión entre la ciencia escolar con la realidad. Los expertos abogan por la inclusión de actividades que exijan de los estudiantes la aplicación de los conocimientos científicos en diversos contextos; por tanto, estas metodologías investigativas aparte de facilitar el aprendizaje también permitirán el desarrollo económico, laboral y sociocultural. Para ello, la formación en ciencias de los maestros generalistas y del profesorado de educación secundaria, con sus fortalezas y carencias representan un reto para la comunidad académica del Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

En Europa, el informe *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe* (Rocard et al., 2007) presenta la preocupación sobre el descenso del interés de los jóvenes en

ciencias y matemáticas debido a las metodologías de enseñanza tradicionales. Así que propone una renovación en la educación científica a través de la indagación, una metodología que aún no se implementa en la mayoría de los países europeos.

Abd-El-Khalick et al. (2004) sostienen que en los currículos escolares de El Líbano, Estados Unidos, Israel, Venezuela, Australia y Taiwán se cataloga la indagación como un enfoque didáctico que favorece en los estudiantes el aprendizaje de contenidos de ciencias y el desarrollo de competencias científicas. Los expertos proponen la indagación para motivar el interés y las habilidades en los estudiantes, de tal forma que les conduzca al desarrollo del pensamiento científico, así como la predilección de profesiones en estas áreas. Finalmente, recomiendan brindar atención al interés de las mujeres en la ciencia, la formación de los docentes y la colaboración entre diversos actores.

A este marco se suma el informe *Science Education for Responsible Citizenship* de la Comisión Europea que promueve el concepto de **Investigación e Innovación Responsable**, cuyo objetivo es alcanzar la alfabetización científica de los ciudadanos a través del vínculo con la investigación y el desarrollo a nivel local, regional, nacional, europeo e internacional, donde toma lugar la colaboración entre el ámbito formal, no formal e informal de la educación, empresas, industrias y sociedad. Para ello, promueve que la educación científica sea un componente esencial del aprendizaje continuo para todos desde la educación infantil hasta la participación comprometida con la ciencia, enfocado en las competencias y la interdisciplinariedad. Asimismo, impulsa la indagación como una metodología que permite mejorar la calidad de la enseñanza, la formación inicial y el desarrollo profesional del profesorado en aras de fortalecer los resultados de aprendizaje (Hazelkorn et al., 2015).

Por otra parte, los formadores del Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales en España reconocen la *Educación Científica basada en la Indagación* que incluye cuestiones sociocientíficas e Indagación basada en Modelos como enfoques de enseñanza prioritarios en la formación inicial de los maestros, pues permiten el trabajo a partir de preguntas y la explicación de los fenómenos cotidianos. Estos enfoques definen modelos alternativos adaptados al perfil de cada profesor que posiblemente difieren de los modelos tradicionales experimentados en su etapa como escolares (Martínez-Chico, Jiménez-Liso y López-Gay, 2014).

Los planteamientos anteriores fundamentan la aplicación de metodologías de enseñanza de las ciencias coherentes con los objetivos que señala la Unión Europea y otros organismos internacionales, en consonancia con los resultados de la investigación educativa. A continuación, presentamos el marco conceptual sobre la indagación, considerándole como metodología pertinente para intervenir en procesos de aprendizaje sobre enseñanza de las ciencias, en los que la regulación emocional representa una necesidad formativa imprescindible para que los futuros maestros adquieran seguridad en el aprendizaje y la futura docencia de los contenidos científicos escolares, así como el desarrollo de su CDC en las interacciones de aula y reflexiones personales.

II.4.1. 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, 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 privilegian 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.

Además, 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).

Actualmente, 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) (Bravo-Torija y Jiménez-Aleixandre, 2010, 2012). 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. Según 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 aprendizaje 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 (Aragón, Oliva-Martínez y Navarrete, 2014; Crawford, 2014; Martínez-Chico, Jiménez-Liso y López-Gay, 2014, 2015; 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 (ver figura II.9) (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).



Figura II.9. Prácticas científicas auténticas. Fuente: Elaborado por Retana-Alvarado (2018).

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. Además, 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 reduce a un enfoque algorítmico o mecanicista en torno a una secuencia de pasos relativamente sencillos; de lo contrario, restringiría la experiencia de una indagación auténtica (Bevins y Price, 2016). Estos autores proponen un modelo integrador de indagación constituido por tres dimensiones relacionadas entre sí: **conceptual**, **procedimental** y **personal** (ver figura II.10). A continuación, se explican las dimensiones que conforman el modelo.

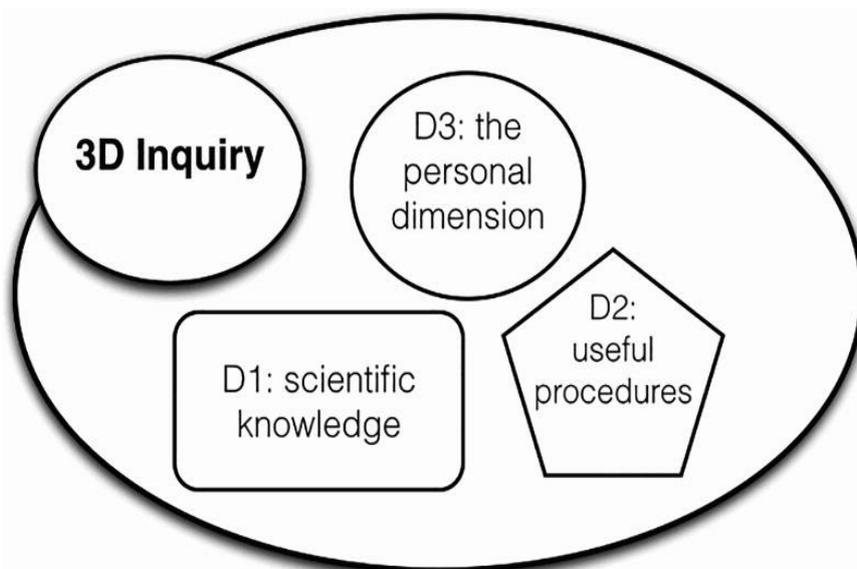


Figura II.10. Modelo de indagación 3D. Fuente: Bevins y Price (2016).

La **dimensión conceptual** comprende el conocimiento científico (hechos, conceptos y teorías). Informa el pensamiento científico que permite la formulación de preguntas de investigación acerca de los fenómenos.

La **dimensión procedimental** está vinculada a los conocimientos científicos e incluye procedimientos y habilidades de investigación como 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 afectivos capaces de energizar la utilización de los conocimientos y procedimientos científicos para el desarrollo de un trabajo de investigación de forma dinámica. Esta dimensión eleva la complejidad porque implica motivar a los estudiantes en el desarrollo de las actividades, brindándoles estrategias para que autorregulen su aprendizaje, aprendan a potenciar las emociones positivas y enfrentar las emociones negativas.

Según estos autores, el modelo de investigación 3D reconoce la interacción activa de las tres dimensiones, facilitando reflexión y protagonismo del estudiante ya que enfatiza en la motivación, autonomía y actitudes positivas hacia el interés en el estudio de la ciencia, así como la predilección de carreras científicas, ofreciéndole mayores oportunidades para alcanzar el aprendizaje.

Como resultado de la aplicación de intervenciones didácticas basadas en la metodología indagatoria, la literatura indica que las actividades guiadas por el docente muestran tamaños de efecto 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 tamaños de efecto medios derivados de actividades que combinan aspectos epistemológicos, procedimentales y sociales (Furtak, Seidel, Iverson y Briggs, 2012).

Aquellas 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 autorregulación del aprendizaje (Hattie, 2009).

Por su parte, Vázquez-Bernal y Jiménez-Pérez (2016) a través de modelización por ecuaciones estructurales hallaron que existe una asociación entre las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes y la implementación de procedimientos científicos, asimismo, la elaboración de informes de investigación está determinada por su capacidad de explicación mediante hipótesis. En concreto, el tipo de actividades indagatorias y la forma en cómo se llevan a cabo en el aula contribuyen en la producción de emociones positivas intensas y en el recuerdo a largo plazo de esas estrategias que contribuyen al compromiso e interés en ciencia (King et al., 2015).

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. Entonces, la indagación facilita a los estudiantes una mayor comprensión, motivación, autoestima y mejora de las actitudes hacia la ciencia (Bevins y Price, 2016), así como la promoción del desarrollo de la cultura científica (Ireland et al., 2014).

A manera de síntesis, es conveniente enfatizar que la indagación implica la vinculación entre contenidos científicos, procedimientos, actitudes, motivaciones y emociones de tal manera que los estudiantes alcancen el aprendizaje en contextos auténticos donde se acerque la ciencia escolar con los problemas reales que acontecen en la cotidianidad.

II.4.2. Las cuestiones sociocientíficas

Las cuestiones sociocientíficas se alojan en un marco teórico alineado con un paradigma progresivo de enseñanza que comprende el desarrollo epistemológico, cognitivo, moral, ético, emocional y social de los estudiantes desde un modelo sociocultural altamente contextualizado, cuyo abordaje se realiza a partir de la metodología indagatoria. Este marco emerge como un constructo influenciado por el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), informado por las teorías filosóficas, sociológicas, psicológicas y de desarrollo que le convierten en una conceptualización alternativa a un modelo de prácticas STEM y en un medio para el impulso del conocimiento científico (Zeidler, Sadler, Simmons y Howes, 2005; Zeidler, 2014; Zeidler, 2016).

Evagorou et al. (2014) definen las cuestiones sociocientíficas como aquellas cuestiones en las que la sociedad o la ciencia están divididas y grupos significativos defienden explicaciones contradictorias o soluciones basadas sobre valores alternativos. El objetivo es promover el desarrollo intelectual en moralidad y ética, así como la conciencia de la interdependencia entre ciencia y sociedad. Se centra en empoderar a los estudiantes para que consideren cómo los principios morales están reflejados en los temas científicos que forman parte de su cotidianidad en las esferas naturales y sociales, es decir, el foco se ajusta más en los estudiantes que en el profesor. Por tanto, no interesa simplemente como un contexto para el aprendizaje de la ciencia, sino como una estrategia didáctica con objetivos claramente definidos (Zeidler et al., 2005).

También, se enmarcan desde una perspectiva teórica de aprendizaje situado (Sadler, 2009). De acuerdo con este autor, la teoría considera el desarrollo de comunidades de práctica en el aula desde la base del compromiso de los ciudadanos en el contexto de la negociación de problemas sociocientíficos que los preparará mejor para la participación en la sociedad. Además, sostiene que, en la literatura, los efectos de las intervenciones se centran en categorías como interés, motivación, conocimiento del contenido, naturaleza de la ciencia, pensamiento de orden superior y comunidades de práctica.

El marco de referencia sobre cuestiones sociocientíficas emplea tópicos científicos con ramificaciones sociales a partir de los cuales se derivan problemas personalmente relevantes, atractivos, emocionantes, mal estructurados y controvertidos por naturaleza que demandan argumentación basada en evidencias científicas y razonamiento moral para informar decisiones en un contexto significativo, complejo y reflexivo. La resolución de los problemas requiere que los estudiantes se impliquen en actividades discursivas como diálogo, discusión, debate y argumentación, lo cual facilita el desarrollo del carácter personal, la empatía y comprensión del conocimiento científico en la dinámica de las interacciones afectivas que acontecen en el clima de aula (Zeidler y Nichols, 2009; Zeidler, 2014).

Por su parte, Evagorou et al. (2014) sostienen que los estudiantes están expuestos a problemas morales con puntos de vista científicos, sociales y morales que pueden entrar en conflicto con sus

propias opiniones, obligándoles a la utilización e interpretación de datos y el análisis de pruebas contradictorias para participar en discusiones de puntos de vista que pueden ser diferentes de los originales.

El marco teórico que proponen Zeidler et al. (2005) identifica cuatro áreas de relevancia didáctica para la enseñanza a través de cuestiones sociocientíficas: (1) **Temas de naturaleza de la ciencia** que revelan la diversidad de puntos de vista epistemológicos, los cuales influyen en la selección y evaluación de las pruebas científicas por parte de los estudiantes, (2) **Cuestiones del discurso en el aula** que se centran en cómo construyen argumentos y cómo sus creencias previas condicionan las respuestas emocionales y posturas sobre cuestiones morales, (3) **Cuestiones culturales** que enfatizan en las decisiones asumidas, las cuales atraviesan el filtro de los valores de la cultura; en este sentido, el discurso requiere de respeto mutuo y tolerancia ante los puntos de vista divergentes, y (4) **Cuestiones sociocientíficas basadas en casos** que promueven hábitos mentales como conciencia ética y compromiso en la resolución de los problemas y la sensibilidad moral para escuchar posiciones contrarias.

De acuerdo con Crick (1998), una cuestión controvertida es “un problema sobre el cual no existe un punto de vista fijo o universal. Tales problemas son los que comúnmente dividen a la sociedad y para los cuales grupos significativos ofrecen explicaciones y soluciones contradictorias” (p. 56). Estos problemas presuponen que las personas parten de premisas diversas, involucran un número importante de individuos o grupos distintos cuyas diferencias son abiertas y visibles. Asimismo, un problema es controvertido cuando no puede resolverse a partir de la evidencia ya que también se puede llegar a un consenso social apelando a un punto de vista que generalmente se considera como sentido común (Crick, 1998; Levinson, 2006).

Si bien, esta última característica respecto a la evaluación de la evidencia difiere en parte de las aportaciones de Zeidler (2014), es necesario ser cauteloso porque existe la posibilidad de que alguien sea indiferente al problema o no esté suficientemente informado antes de estar disponible la evidencia, cambie su punto de vista temporalmente debido a que los hechos se expliquen de una manera que los haga ser más reflexivos o por la influencia de una nueva experiencia en sus valores (Levinson, 2006). También, estas manifestaciones podrían derivarse de emociones y sentimientos, pues como señala Claxton (1991) las personas pueden ser resistentes al cambio incluso cuando la evidencia es convincente. En este sentido, cuanto más controvertidos son los asuntos sociocientíficos, más importancia juegan las emociones en la toma de decisiones.

En cuanto a las discusiones acerca de un tópico sociocientífico particular, Levinson (2006) señala que el propósito puede centrarse en generar nuevos conocimientos sin necesidad de conseguir una decisión o conclusión. También, se podría comenzar con cuestiones cuyo foco central no sean la moralidad ni la ética, seguido del análisis de lecturas específicas y precisas que permita a los estudiantes identificar los aspectos controvertidos del problema y los conceptos científicos básicos que son relevantes para la argumentación en un contexto definido. Además, este autor acota que

llegar a una decisión colectiva implicaría establecer los criterios apropiados, trabajar en colaboración y escuchar lo que cada uno tiene que decir. Los procedimientos, el conocimiento, la evidencia, las limitaciones de la evidencia y las disposiciones que están utilizando para llegar a una decisión podrían hacerse explícitos a los estudiantes.

En este escenario de discusión, Lewis y Leach (2006) afirman que la capacidad de participar en debates está fuertemente influenciada por la especificidad del contexto, la experiencia personal y la capacidad de reconocer cuestiones clave, lo cual requiere cierta comprensión de la ciencia relevante. Además, sostienen que la base de conocimiento científico necesaria es relativamente modesta y puede enseñarse efectivamente a través de breves intervenciones que estén bien diseñadas y contextualizadas.

El planteamiento anterior concuerda con otros investigadores (Martínez-Gracia, Gil-Quilez y Osada, 2003) quienes sostienen que el dominio del contenido científico relevante es necesario para la argumentación de alta calidad. No obstante, Sadler y Donnelly (2007) en un estudio mixto con 56 estudiantes estadounidenses de Secundaria, hallaron que no hay relaciones estadísticamente significativas entre el conocimiento del contenido, el razonamiento moral y la calidad de la argumentación. Estos autores sugieren que ambos procesos de pensamiento crítico que son fundamentales en la negociación y comunicación de posturas podrían mejorarse desde un enfoque más explícito dirigido a la comprensión, tanto del contexto como de los contenidos científicos subyacentes a las cuestiones sociocientíficas.

Por su parte, Albe (2008) sostiene que la revisión de resultados de investigación y elaboración de argumentos en un grupo de discusión, con miras a la participación en un juego de rol es exigente para los estudiantes dado que factores contextuales, epistemológicos y sociales al interrelacionarse de manera compleja influyen en la argumentación. El autor subraya que los esquemas de argumentación realizados en discusiones grupales se deben a la influencia de las interacciones sociales. Así que recomienda la organización de las discusiones para regular las interacciones afectivas y sociales, en aras de evitar conflictos entre los estudiantes, así mismo sugiere llevar a cabo discusiones en las que reflexionen sobre sus puntos de vista y la potencialidad de las discusiones. En este sentido, Dawson y Venville (2010) citan otros factores que promueven la argumentación de los estudiantes como el rol del maestro para facilitar la discusión en la clase, el papel protagonista de los estudiantes, el empleo de marcos de escritura y el contexto de la cuestión sociocientífica.

Por otra parte, en la literatura se identifica diversos obstáculos para implementar intervenciones basadas en cuestiones sociocientíficas, por ejemplo, el conocimiento científico y la formación didáctica limitada de los docentes, el acceso a materiales innovadores y adaptados al currículo, así como el poco tiempo dedicado a estos asuntos debido a la extensa cantidad de contenidos del programa de estudios. Los estudiantes enfrentan dificultades como escaso conocimiento del contenido científico, conceptos erróneos, razonamiento científico no aprovechado suficientemente,

ausencia de interés y comprensión acerca de por qué el tema se considera relevante, el problema de distinguir la información científica clave, creencias morales, falta de experiencias personales, razonamiento científico no aprovechado suficientemente y poca madurez emocional (Forbes y Davis, 2008; Levinson, 2006; Lewis y Leach, 2006; Zeidler y Nichols, 2009).

También, Acar, Turkmen y Roychoudhury (2010) sostienen que los estudiantes presentan pobre argumentación en el marco de la toma de decisiones sobre cuestiones sociocientíficas, cuyas causas se asocian a la mala evaluación de la evidencia, la naturaleza ingenua de las conceptualizaciones científicas y el uso inapropiado del razonamiento.

Cabe destacar que la enseñanza basada en la indagación de cuestiones sociocientíficas también implica la movilización del CDC del maestro, incluidas sus emociones, por lo cual es fundamental que, en la formación inicial, los formadores propicien oportunidades de aprendizaje a través del aprovechamiento de experiencias conceptualmente ricas, conectándolas con problemas relevantes para los estudiantes en su mundo individual y social (Forbes y Davis, 2008). Estos espacios contribuyen en la comprensión del contenido científico y la reflexión colectiva para aportar soluciones a la complejidad de los problemas comunitarios o globales.

Cabe destacar que la capacidad de razonamiento en la formación inicial depende del contexto en el que se insertan las cuestiones sociocientíficas (Topçu, Sadler y Yilmaz-Tuzun, 2010), por lo cual los formadores deberán profundizar en aquellos conocimientos científicos clave que permitirá a los futuros maestros elaborar argumentos fundamentados en pruebas, en consonancia con sus emociones y principios morales. En el ámbito de la docencia universitaria, la aplicación de intervenciones empleando cuestiones sociocientíficas permite en futuros docentes la emisión de argumentos fundamentados, el cuestionamiento de la información y la reflexión (Torres y Solbes, 2016).

En este sentido, en las asignaturas de Didáctica de las Ciencias Experimentales deben incorporarse aspectos didácticos relacionados con la argumentación, naturaleza de la ciencia, moralidad, regulación emocional, así como el desarrollo de habilidades para la enseñanza relacionadas con diseño, crítica y adaptación de materiales curriculares sobre los problemas controvertidos (Beyer y Davis, 2009; Genel y Topçu, 2016), de tal forma que permitan la formación de su identidad y la superación de los obstáculos que interfieren en la enseñanza y el desarrollo profesional.

II.5. El clima de aula y su vinculación emocional en la formación inicial de maestros

Las emociones del profesorado afectan a su comportamiento en términos de estimulación cognitiva y motivacional, manejo del aula y el soporte social que proporcionan. Su componente expresivo no pasa inadvertido por los estudiantes, así que están enlazadas al clima de aula, incluyendo a ambos, los comportamientos del estudiante y del profesor (Frenzel, 2014). En otras

palabras, el clima de aula es una función directa de dichas relaciones que implican elementos emocionales significativos (Doll y Dooley, 2014), por tanto, el incremento de las emociones positivas puede favorecer la creación de un clima de clase para el aprendizaje (Sutton y Whealey, 2003). De esta forma, la creación de un ambiente de seguridad y la generación de emociones positivas contribuyen al bienestar y la felicidad de los estudiantes (Seligman, 2005).

Entonces, el clima de aula es un medio que consiste en las interacciones de variables educativas, motivacionales, psicológicas, sociales, cognitivas, organizacionales y físicas que influyen en cómo los estudiantes aprenden (Alderman, 2011), es un determinante para el funcionamiento psicosocial (Left et al., 2011), incide en el valor predictivo de la competencia emocional respecto al rendimiento académico (López-González y Oriol, 2016), asume un rol relevante en el desempeño docente y estudiantil (Huang y Fraser, 2009). Por su parte, a partir de la modelización de ecuaciones estructurales se demuestra que el clima de aula tiene efectos positivos en la autoeficacia y el logro (Morin, Marsh, Nagengast y Scalas, 2014). Asimismo, los estudiantes perciben mayoritariamente el clima motivacional en el aula como habilidad para realizar una tarea que orientado al rendimiento académico (Stornes, Bru e Idsoe, 2008).

Este constructo posee tres dimensiones particulares: académica, relacionada con elementos pedagógicos y curriculares del entorno; gestión, referida a estilos disciplinares para mantener el orden; y emocional, que comprende las interacciones afectivas dentro del aula (Evans, Harvey, Buckley y Yan, 2009). Para Bellocchi et al. (2014) el clima emocional es la experiencia colectiva de excitación afectiva que se desarrolla entre grupos de personas donde se conectan las emociones y establecen interacciones para alcanzar el aprendizaje. Gillen, Wright y Spink (2011) aportan otras dimensiones como aspectos físicos, orden y organización, contenido de las lecciones, relaciones entre compañeros y relaciones entre el personal del centro educativo y el estudiante. Entonces, el clima del aula que incluye al profesor, la dinámica real y la organización espacial puede influenciar positiva o negativamente la implementación de un proyecto curricular innovador (Suárez, Pías, Membiela y Dapía, 1998).

Evans et al. (2009) presentan tres dimensiones diferenciadas en referencia al clima de aula. En primer lugar, el **clima académico-instruccional** establecido por los factores didácticos y curriculares del entorno de aprendizaje. En segundo lugar, el **clima de gestión de la disrupción** que se fundamenta en las estrategias empleadas por el docente para prevenir o resolver problemas de disciplina. En tercer lugar, el **clima emocional interpersonal** determinado por las interacciones emocionales entre profesor y estudiantes.

Por otra parte, Hagenauer et al. (2015) indican que la capacidad de los docentes para conectar bien con los estudiantes puede considerarse como una habilidad para orientar la formación inicial, puesto que los maestros principiantes experimentan inseguridad. Ritchie et al. (2011) afirman que los maestros en sus primeros años de enseñanza son vulnerables, particularmente cuando experimentan emociones negativas debido a su dificultad para implementar actividades de

indagación (Ritchie et al., 2013). En la formación inicial de los maestros, un clima emocional positivo se puede alcanzar a través del trabajo en grupo, momentos de humor, discusiones interactivas, uso de modelos, entre otras estrategias (Rinchen, 2014).

Finalmente, como el clima de aula depende de las particularidades de cada profesor y su grupo de estudiantes, Gómez-Crespo (2017) indica que la creación de un entorno adecuado requiere un trabajo previo al comienzo del curso académico, especialmente si el profesor no es conocido aún por los estudiantes. El autor recomienda que al inicio del curso se deje claro quién tiene la responsabilidad de lo que sucede en el aula y se corrijan las conductas inapropiadas. Conforme se avanza en la asignatura, el profesor debe mantener el control de lo que sucede en la clase y favorecer la participación. Asimismo, afirma que si el profesor está cómodo y estos perciben que disfruta su trabajo, facilita las posibilidades de aprendizaje y seguridad.

En síntesis, consideramos que el clima de aula representa un conjunto multivariado de relaciones o interacciones generadas tanto por el profesor como por los estudiantes que están determinadas por diversos elementos: el **conocimiento personal del profesor sobre las características de los estudiantes** (nombre, personalidad, carácter, situación social, hábitos, comportamientos y necesidades educativas) que le permite impartir la enseñanza, empatizar, transmitir y gestionar las emociones positivas y emociones negativas, tomar decisiones y resolver problemas; la **metodología indagatoria** que incluye cuestiones sociocientíficas, salidas fuera del aula, y actividades de argumentación tienen la capacidad de motivar al alumnado para que se involucre intelectual y emocionalmente en la realización de las tareas; y, el **contexto sociocultural** contribuye a que los estudiantes consideren los tópicos científicos escolares como relevantes en su cotidianidad y que desarrollen un pensamiento crítico para participar activamente en el debate, toma de decisiones y resolución de los problemas que acontecen en el entorno próximo.

Las particularidades de los estudiantes pueden actuar como **amplificadores o filtros** en el clima de aula porque algunos son capaces de facilitar la motivación, participación, organización, colaboración y el contagio de emociones positivas mientras que otros se convierten en distractores, perturbadores de la tranquilidad y organización del espacio e incluso pueden resultar desafiantes ante el profesor al cuestionar las normas de convivencia o el conocimiento que transmite. En la formación inicial, estas complejas interacciones podrían determinar la posible transferencia del CDC del formador hacia los futuros maestros, así como el cambio afectivo a través de la potenciación de las emociones positivas y el enfrentamiento de las emociones negativas hacia dimensiones como asignatura DCE, contenidos científicos, metodología indagatoria, profesor y clima de aula, dimensiones fundamentales para aprender a enseñar ciencias.

Finalmente, estos antecedentes son importantes para la presente Tesis Doctoral, tanto desde la perspectiva teórica, como desde la metodológica. En este sentido, se han utilizado como referencia para delimitar el problema de investigación y diseñar la metodología apropiada para su abordaje.

SEGUNDA PARTE
EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO III. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Contenido General del Capítulo III.

- III.1. Introducción.
- III.2. Caracterización de la investigación.
- III.3. Contexto de la investigación.
- III.4. Intervención indagatoria y metaemocional.
- III.5. Diseño metodológico general.
- III.6. Participantes en la investigación.
- III.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.
- III.8. Técnicas de análisis de los datos.
- III.9. Descripción del sistema de categorías para el análisis de la información.

III.1. Introducción

En este capítulo se presenta el diseño de la investigación y relacionamos el diseño con cuestiones metodológicas generales como la selección del escenario o contexto y los participantes, el diseño y la implementación de la intervención didáctica, la elección de las técnicas e instrumentos para la recogida y el análisis de la información, en coherencia con los problemas en aras de proporcionar resultados fiables y válidos.

Comenzaremos con la caracterización de la investigación que incluye el paradigma, el enfoque y los rasgos distintivos de la investigación-acción que permiten la delimitación del estudio. Se concibe el fenómeno educativo desde una perspectiva de complejidad que considera el cambio afectivo como un faro de luz que se proyecta hacia horizontes de reflexión crítica, colaboración y transformación en las prácticas educativas de formación del profesorado, donde el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC, en adelante) actúa como un pilar básico para la planificación y puesta a punto de las intervenciones.

De esta manera, el cambio y la interacción de las emociones en la enseñanza se aborda desde la *investigación-acción* por el rol activo que asumen los participantes en los problemas que surgen de la práctica, asimismo, se caracteriza por la necesidad de implicación grupal en la reflexión y la toma de decisiones para la transformación del medio social (Rodríguez, Gil y García, 1996). En la línea del desarrollo profesional del profesorado de Ciencias Experimentales, Vázquez-Bernal, Jiménez-Pérez y Mellado (2008) sostienen que un programa de investigación-acción focalizado en la innovación y reflexión orientada a la práctica facilita la incorporación gradual de nuevas teorías prácticas a la reflexión y al trabajo en el aula, cuyas acciones están encauzadas mediante el CDC.

Entonces, concebimos la presente Tesis Doctoral como una investigación con el profesorado en formación inicial pues destaca la posibilidad de reflexionar sobre el *qué se hace*, en un proceso formativo que sienta sus bases en la vinculación de los binomios *teoría y práctica*, *experiencia y reflexión* que serán de provecho para su desarrollo personal y profesional (Imbernón, 2012).

Para ello, se enfoca la investigación a través de la combinación de diseños de naturaleza cuantitativa y cualitativa porque aporta diversos puntos de vista y métodos que se complementan por medio de la triangulación para alcanzar la comprensión holística de la realidad. Al respecto, Greene (2008) señala que los métodos mixtos son una orientación hacia la investigación social que invita a participar en el diálogo sobre múltiples maneras de dar sentido al mundo.

Seguidamente, se describe el contexto en el que se desarrolla el estudio y se justifica el acceso al escenario. En este sentido, describimos a los participantes (estudiantes y profesora) con detalle y los procedimientos de selección, así mismo justificamos la relevancia de los informantes clave.

Más adelante, se describen los fundamentos didácticos de la propuesta de intervención indagatoria para trabajar el contenido científico *ecosistema* a partir de la gestión de las emociones,

contextualizándolo en la legislación educativa vigente y en las aportaciones de la investigación en DCE. También, detallamos los objetivos, la temporalización y las actividades que conforman las sesiones. Se definen los resultados de aprendizaje y las competencias. Finalmente, se describen los procedimientos de evaluación.

Presentamos el diseño metodológico general que está organizado en dos fases que comprenden el I cuatrimestre del curso académico 2016-2017. La primera fase se constituye de un estudio diagnóstico y correlacional, un estudio multivariante y un estudio longitudinal cuyo propósito es la obtención de resultados que permitan describir el cambio de catorce emociones que experimentan los maestros en formación inicial (estudiantes, en adelante) hacia las siguientes dimensiones: asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I, contenidos científicos, metodología indagatoria, profesora y clima de aula, en el transcurso de la intervención (antes, durante y después). La segunda fase presenta un estudio cualitativo de naturaleza etnográfica acerca de la interacción de las emociones en la práctica de aula, a partir de la reflexión de la formadora, en el marco del modelo de conocimiento profesional del profesorado (Gess-Newsome, 2015).

Posteriormente, describimos los instrumentos de primer orden (cuestionario, guión de entrevista y registro de observación) que han sido diseñados *ad hoc* y los procesos de validación de estos (validación por criterio experto, prueba piloto y análisis multivariante) que aportan fiabilidad y validez de constructo suficientes. Una vez validados los instrumentos se procede a la administración asegurando el anonimato y la confidencialidad de los participantes. Finalmente, presentamos los procedimientos y las técnicas de análisis de los datos cuantitativos y cualitativos.

Los primeros, se sometieron a análisis descriptivo (exploratorio, de frecuencias y correlacional) e inferencial (factorial exploratorio, pruebas no paramétricas de Kolmogorov-Smirnov, U de Mann-Whitney, H de Kruskal-Wallis, cálculo de errores tipo I (α) y II (β), potencia estadística y tamaño del efecto) para estimar la magnitud de las diferencias entre las variables, utilizando para ello el programa informático SPSS y otras herramientas analíticas.

En cuanto a los segundos, realizamos el procesamiento y tratamiento de la entrevista y las observaciones, con base en el análisis de frecuencias de los códigos sobre la reflexión, el análisis de contenido y la vinculación entre códigos utilizando el programa AQUAD, para lo cual procedemos previamente a la construcción de un sistema de categorías (instrumento de análisis de segundo orden) fundamentado en las aportaciones de la literatura y, en especial, las dimensiones *técnica*, *práctica* y *crítica* que constituyen la **Hipótesis de la Complejidad**.

Finalmente, describimos la preparación de los datos, la definición de las unidades de análisis, las técnicas de extracción y vinculación entre códigos para la generación de redes semánticas que permiten la representación e interpretación de las relaciones afectivas en el esquema del modelo, a partir del núcleo duro de pensamiento de la formadora y su contraste con la observación participante del investigador principal (Vázquez-Bernal, 2005; Vázquez-Bernal et al., 2007c).

III.2. Caracterización de la investigación

En términos metodológicos, ubicamos la investigación en el **Paradigma de la Complejidad Evolutiva** del profesorado con el propósito de comprender la realidad y transformarla (Zabala, 2014). De acuerdo con de la Herrán (2005) esta aproximación se desarrolla a partir del componente axiológico que caracteriza al Paradigma de la Complejidad propuesto por Morín (1997), el cual asume que un fenómeno complejo se constituye de diversos elementos relacionados. Desde la complejidad se alcanza una comprensión más completa, integradora y profunda. De la Herrán (2005) plantea que se orienta hacia el cambio, considera tanto la visión de conjunto del fenómeno como su percepción evolutiva, incluye un nivel de pensamiento complejo que se traduce en madurez personal y mejora social.

El autor sostiene que este paradigma supone la transformación, indagación y mejora personal como proceso básico; la transformación educativa, como referente de la formación del profesorado; y desde la didáctica compleja evolucionista, por su búsqueda de evolución social. Desde esta perspectiva se analiza el cambio de las emociones en la interacción del clima de aula mientras indagan, reflexionan y desarrollan el CDC.

Este trabajo se realiza para y con los maestros en formación inicial, por tanto, le enmarcamos como una **investigación-acción** en la que interviene una formadora con el acompañamiento y realimentación del doctorando y dos expertos en Didáctica de las Ciencias Experimentales, en un contexto natural de formación docente y en el marco de nuestro grupo de investigación. Vázquez-Bernal y Jiménez-Pérez (2013) sostienen que “La pertenencia a un grupo de investigación-acción, orientada a la mejora de la práctica docente constituye una potente herramienta de formación del profesorado, del que se benefician estos y su alumnado” (p. 721), donde la innovación curricular, el trabajo en equipo y la reflexión crítica actúan como mecanismo para el desarrollo profesional.

Elliot (2010), entiende la investigación-acción como la reflexión sobre las acciones del profesorado que facilita la comprensión de los problemas prácticos. En este sentido, las acciones están encaminadas en cambiar las prácticas educativas con el propósito de mejorarlas. Por tanto, el foco se centra en el plan de acción o intervención que promueve el cambio en las emociones, la comprensión y práctica sobre la base de la reflexión crítica. Desde este marco metodológico, los participantes actúan como agentes activos y críticos a través del trabajo colaborativo en el que se articula la investigación, acción y formación en aras de alcanzar cambios progresivos en la transformación de la realidad y teorización sobre la práctica de aula (Latorre, 2014).

El carácter cíclico que caracteriza la investigación-acción, constituida por las fases de planificación, acción, observación y reflexión (Kemmis y McTaggart, 1988) permitió situarnos en el desarrollo profesional del profesorado y la práctica educativa como objeto de investigación. A partir de ahí, comenzamos planteándonos algunas cuestiones como las siguientes: ¿Qué entendemos por el desarrollo profesional?, ¿Qué papel asumen las emociones en el aprendizaje sobre la enseñanza

de las ciencias?, ¿Dónde ubicamos las emociones y la metodología indagatoria en el esquema del modelo de conocimiento profesional del profesorado?, ¿Qué programa de intervención desarrollar para que los futuros maestros participen en procesos de indagación, alcancen madurez emocional y mejoren sus resultados?, ¿Cómo facilitar la transferencia del CDC personal del formador para que incida en las emociones y el conocimiento profesional de los futuros maestros?, ¿Cómo cambian las emociones en la implementación de una intervención basada en la metodología indagatoria?, ¿Cómo interaccionan las emociones en el clima de aula y en el esquema del modelo?

Estas cuestiones fueron discutidas de forma colaborativa en nuestro grupo de investigación a la luz de las aportaciones teóricas de la Hipótesis de la Complejidad (Vázquez-Bernal et al., 2007a; 2007b; 2010; 2012) por ser una potente herramienta para el análisis de los obstáculos en la interacción entre la reflexión y la práctica docente, asimismo, el modelo de conocimiento profesional, incluido el CDC (Gess-Newsome, 2015) por su naturaleza dinámica. Esta reflexión común facilitó la delimitación del problema general y los problemas específicos, la formulación de las hipótesis, así como la construcción del marco teórico.

En esa misma línea de reflexión, cuatro meses antes del comienzo del curso en el que se llevó a cabo la intervención, tanto el doctorando o investigador principal y la formadora realizaron un proceso de autoformación a través de la participación en el curso titulado "Inteligencia emocional en la enseñanza universitaria" dentro del Plan de Actualización Docente de la Universidad de Huelva, lo cual facilitó la sensibilización y acercamiento al cambio de paradigma, al aprendizaje de estrategias de desarrollo personal y de regulación emocional para la aplicación en el aula.

En este sentido, se concibe el aula como un sistema social complejo que potencia la dimensión personal del profesorado para reflejarse en la esfera de su desarrollo profesional, por tanto, la estrategia principal de la investigación-acción es la reflexión crítica que contribuye en la identificación de las dificultades y obstáculos (Tójar, 2006). En este sentido, el desarrollo del profesor es condicionado por la interrelación de la gestión emocional, el conocimiento profesional y la investigación-acción que sustentan el desarrollo personal, profesional y social respectivamente (Bell y Gilbert, 1994; Bell, 1998; Stenhouse, 1987; Vázquez-Bernal et al., 2013) (ver figura III.1 más adelante).

Desde la óptica de la Hipótesis de la Complejidad (Vázquez-Bernal et al., 2007a), estas esferas se circunscriben en la *complejidad de la reflexión* que realiza el profesor cuando planifica la enseñanza, es decir, la reflexión representa categorías que constituyen el CDC personal. Asimismo, se integra con la *complejidad en la práctica de aula* que está determinada por el CDC personal y la habilidad del docente en la enseñanza.

Por otra parte, el marco teórico y los resultados del estudio diagnóstico y el estudio multivariante permitieron el diseño y la implementación de una intervención indagatoria y metaemocional en la que la reflexión se asienta sobre la acción proyectándose como un cambio sistemático facilitado

por la inclusión de estrategias de regulación emocional que son transversales al desarrollo de las actividades que conforman el ciclo de indagación y por la transferencia afectiva del propio modelo didáctico personal de la formadora.



Figura III.1. Esferas de desarrollo del profesorado. Fuente: Adaptado de Vázquez-Bernal et al. (2013).

Además, mediante la administración de un cuestionario y su correspondiente análisis se explicitan las emociones y los momentos en los que ocurren los cambios, interpretándolos a partir de las aportaciones de la literatura científica y los datos derivados de la entrevista a la formadora, cuya reflexión crítica o núcleo duro de pensamiento sobre la acción en la práctica contribuye en establecer causas generales del cambio de las emociones y la interacción afectiva en el clima de clase, en el marco del esquema del modelo de conocimiento profesional. En este sentido, la investigación-acción interpreta lo que ocurre desde el punto de vista de quienes interactúan en el problema (Elliot, 2010).

Si bien, la validez en la investigación-acción se alcanza a través de estrategias cualitativas (Latorre, 2014) adicionalmente decidimos enmarcar esta Tesis Doctoral en el **enfoque mixto**, el que, de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2010) es “un proceso de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema” (p. 544).

Diversos investigadores afirman que el uso mixto de datos cuantitativos y cualitativos permite la triangulación exhaustiva, complementariedad y credibilidad de los hallazgos, alcanza una visión holística de la realidad y hace afirmaciones de conocimiento más fuertes (Creswell, 2012; Sánchez, 2015). En lo que refiere a la investigación en educación científica, los métodos mixtos a menudo implican una intervención y su evaluación (Treagust, Won y Duit, 2014).

En el planeamiento de los procedimientos para la elección del diseño mixto, se consideraron las condiciones de sincronización, peso y mezcla de datos, teorización y transformación de perspectivas que propone Creswell (2009). En este sentido, diseñamos la investigación mixta a partir del marco teórico que actúa como una lente que da forma a las fases del proceso.

Consideramos los momentos de la recolección de los datos cuantitativos y cualitativos en dos fases de manera secuencial respectivamente, asignándole un mayor peso a los datos cuantitativos que describen el cambio de las emociones en el transcurso de la intervención y un peso más liviano, pero no menos importante, a los datos cualitativos sobre la interacción de las emociones en la práctica de aula. Desde la óptica del modelo de conocimiento profesional, estos últimos proporcionan información de soporte a los resultados obtenidos en la primera fase.

Cabe destacar que las dos bases de datos se mantienen separadas por capítulos en este informe, pero conectadas e integradas en la discusión. Así, los hallazgos se presentan como respuesta a los problemas de investigación y se discuten en relación con la literatura científica, derivando implicaciones para la formación inicial y perspectivas futuras de investigación.

En los siguientes apartados se presenta el contexto, la estructura del diseño metodológico general, incluidos los participantes, las técnicas y los instrumentos de recolección de información y análisis para la fase cuantitativa y la fase cualitativa.

III.3. Contexto de la investigación

La presente investigación-acción nace y se desarrolla en la práctica de la docencia universitaria con estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Huelva (España), en el primer cuatrimestre del curso académico 2016-2017. La asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I (CCN, en adelante) donde se desarrolló el estudio es de carácter obligatorio y se ubica en el quinto cuatrimestre correspondiente al tercer curso del plan de estudios. Además, está adscrita al Departamento de Didácticas Integradas, adaptada al Espacio Europeo de Educación Superior y constituida por 6 créditos ECTS (European Credit Transfer System) que comprende 150 horas de trabajo (45 horas lectivas).

También, forma parte del módulo Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Experimentales, conformado por otras asignaturas como *Didáctica de Ciencias de la Naturaleza II* y *Proyectos integrados para enseñar Conocimiento del medio natural en la Educación Primaria* que se imparten en tercero y cuarto curso respectivamente.

Los estudiantes se involucran en el proceso de aprender a enseñar mediante el conocimiento teórico y práctico relacionado con la disciplina escolar de Ciencias Naturales. El foco se centra en finalidades de la enseñanza, contenidos científicos y didácticos, dificultades de aprendizaje, estrategias didácticas y de evaluación que se abordan desde una perspectiva constructivista.

En la guía de la asignatura se explicitan las competencias genéricas, transversales y específicas (ver figura III.2). Las primeras se centran en el desarrollo del pensamiento crítico a través del trabajo colaborativo, proceso en el que toma lugar la utilización, gestión y análisis de diversas fuentes de información, la planificación y toma de decisiones fundamentadas en principios éticos; asimismo, incluye la capacidad para elaborar discursos que faciliten la comunicación.

Las segundas pretenden que los estudiantes desarrollen habilidades de iniciación a la investigación que implica empleo de tecnología, gestión de información, proyección en valores, entre otras. Las terceras especifican el conocimiento científico y didáctico para el diseño y la aplicación de proyectos de innovación e investigación escolar, la resolución de los problemas cotidianos y el aprendizaje sobre la enseñanza de las ciencias partiendo de la interacción entre reflexión y práctica, así como la regulación emocional.

Si bien, el Espacio Europeo de Educación Superior motiva la inclusión de dichas competencias en las programaciones didácticas de las asignaturas correspondientes a la titulación oficial del Grado de Maestro en Educación Primaria, consideramos relevante la incorporación y el abordaje eminentemente práctico de las competencias emocionales para que los estudiantes experimenten bienestar en su dimensión personal y social, a su vez, alcancen la madurez emocional mientras desarrollan el CDC para la enseñanza.

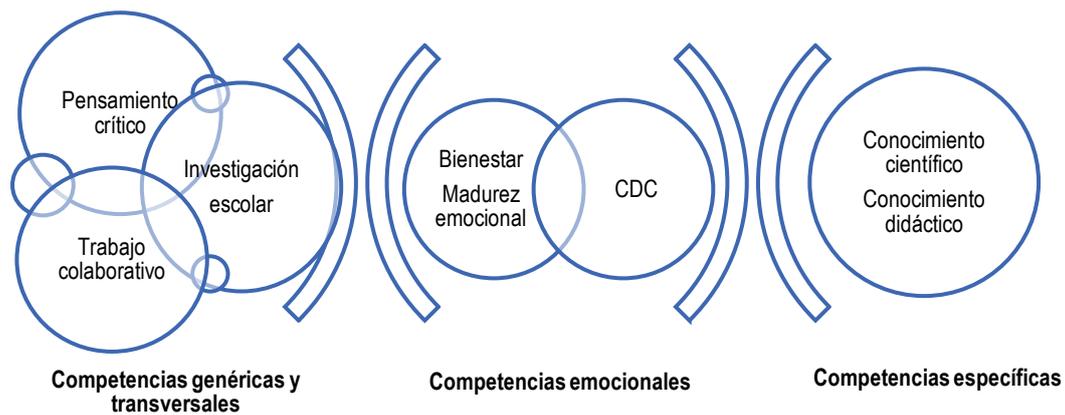


Figura III.2. Relación de las competencias que conforman la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I. Fuente: Elaboración propia.

La dinámica de las interacciones entre la formadora y los estudiantes se establece a partir de clases teóricas y prácticas dirigidas al gran grupo en las que se llevan a cabo estrategias como exposiciones, lecturas, ejemplificación y proyectos de investigación escolar basados en cuestiones sociocientíficas que incluyen búsqueda de información, salidas de aula a entornos naturales, argumentación, juego de rol, entre otras.

También, se realizan sesiones de trabajo colaborativo para pequeños grupos con la supervisión de la formadora en las que se abordan procesos experimentales, análisis de recursos como libros de texto y diseño de unidades didácticas basadas en la metodología indagatoria. En el desarrollo de las sesiones se integran transversalmente estrategias metacognitivas y metaemocionales para promover la educación emocional mientras se genera un clima de aula pertinente 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? (ver figura III.3).

La primera enfatiza sobre las finalidades de la enseñanza, incluida la alfabetización científica, cuyo propósito es que los ciudadanos posean un conocimiento sobre la ciencia para comprender el mundo que les rodea y asumir de manera crítica una posición basada en evidencias científicas ante la resolución de los problemas. Asimismo, se estudian diversos tipos de conocimiento (científico, cotidiano y escolar) a partir de su finalidad, propósito, criterio de validación, procedimiento metodológico y escenario de construcción. Finalmente, se estudia el Real Decreto 126/2014, por el que se establece el currículo básico de Educación Primaria, haciendo hincapié en los contenidos, las estrategias de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables correspondientes a la asignatura troncal de Ciencias de la Naturaleza en la etapa primaria.

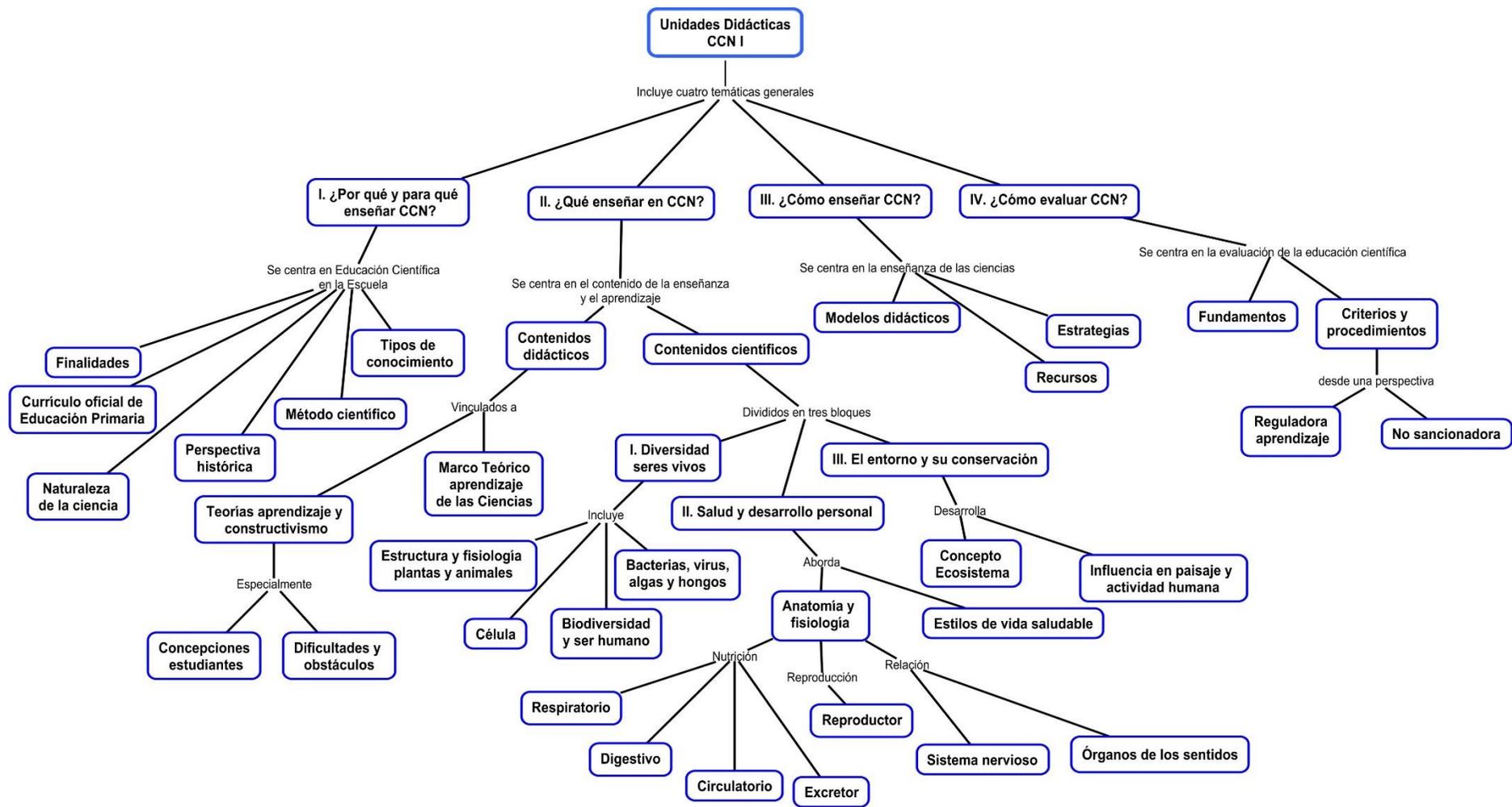


Figura III.3. Unidades temáticas de la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I. Fuente: Elaboración propia.

La segunda unidad abarca los contenidos disciplinares y didácticos para la enseñanza de las ciencias de manera integrada, resaltando las concepciones, dificultades y obstáculos de los estudiantes en el aprendizaje de los contenidos escolares. Además, los contenidos científicos están divididos en tres bloques: diversidad de los seres vivos, salud y desarrollo personal, ecosistema y su conservación. Para cada bloque, los estudiantes responden previamente un cuestionario sobre los tópicos científicos estudiados en los ciclos formativos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO, en adelante) y/o Bachillerato. En la tercera y cuarta unidad se abordan modelos didácticos, estrategias y recursos, así como técnicas y criterios de evaluación.

En cuanto al sistema de evaluación, todos los estudiantes matriculados disponen de una carpeta en la plataforma virtual Moodle donde incorporan los informes de proyectos y todas las actividades desarrolladas en la asignatura. Al finalizar el curso, se lleva a cabo un examen individual o grupal para evaluar los contenidos científicos y didácticos. Las finalidades de la evaluación son diagnóstica, formativa y sumativa, asimismo, se consideran tanto la heteroevaluación como la autoevaluación desde una perspectiva reguladora del aprendizaje y no sancionadora.

En el periodo que se llevó a cabo la investigación, la asignatura fue impartida por tres profesores biólogos de forma independiente a los cuatro grupos (T1, T2, T3 y T5) (ver tabla III.1). Se utilizan estos códigos para identificar el turno asignado a cada grupo en ese curso. En cuanto al horario del grupo T1 (en el que se desarrolla la intervención), las clases se impartían los lunes y miércoles por la mañana, cuya duración correspondía a dos horas cada una.

En ese cuatrimestre, los profesores de T2, T3 y T5 impartieron la asignatura por segunda y primera vez respectivamente, por tanto, son formadores noveles de maestros, mientras que la profesora del T1 posee categoría de Titular de Universidad, es experta en la formación docente e imparte la asignatura desde 2010.

Tabla III.1

Profesores de la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I en el primer cuatrimestre del curso 2016-2017

Profesor(a)	Grado Académico	Grupos
1	Doctorado en Botánica	T1
2	Máster en Investigación en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales/Profesor de Formación Profesional	T2 y T3
3	Doctorado en Bioquímica	T5

Nota: Fuente: Elaboración propia

III.4. La intervención indagatoria y metaemocional

La presente investigación-acción se llevó a cabo a través del diseño y aplicación de una intervención basada en la investigación de un problema sociocientífico sobre la construcción de hoteles en terrenos protegidos de alto valor ecológico, incluido el Paraje Natural Enebrales de Punta Umbría (Huelva, España) donde se ubican especies de flora y fauna catalogadas en peligro de extinción como enebro marítimo, tomillo carnoso y camaleón. Se analizaron implicaciones ambientales, sociales, económicas y políticas para aportar una posición argumentada. La intervención pretendía el aprendizaje de contenidos científicos y didácticos sobre ecosistema e indagación, mediante un problema relevante y mal estructurado que requiere razonamiento científico basado en pruebas para informar decisiones y el empleo de tópicos científicos con ramificaciones sociales para que los estudiantes se impliquen en diálogo, debate y argumentación (Zeidler, 2014). Se buscaba despertar emociones y generar un clima de aula adecuado mediante estrategias de autorregulación como metáforas emocionales, meditación y reflexión.

III.4.1. El problema sociocientífico

En 2000 el Ayuntamiento de Punta Umbría entregó el proyecto de construcción de hoteles, un campo de golf y un conjunto residencial a una empresa turística. Eso generó polémica entre sectores sociales pues los terrenos protegidos forman parte de una zona no urbanizable debido a sus características ecológicas, paisajísticas y recreativas. Para los ecologistas representaba un atentado ecológico y la privatización de las playas, mientras que, las posiciones de los vecinos de la localidad estuvieron divididas. Algunos argumentaban que es una oportunidad económica y otros se oponían porque no poseen los servicios suficientes para conservar la oferta hotelera.

La zona donde se pretendía ubicar el complejo urbanístico es un ecosistema dunar de transición marino continental con abundante biodiversidad que se caracteriza por la extraordinaria especialización de especies de flora y fauna, debido a la adaptación a las circunstancias extremas que influyen sobre sus funciones vitales. El equilibrio del ecosistema es muy sensible a factores antrópicos y ecológicos como sustratos arenosos con bajos niveles de nutrientes, salinidad (espray salino), pH, vientos marinos, escasez de agua, altas temperaturas y movilidad de la arena.

El Paraje Natural conserva densas comunidades de enebros costeros de baja cobertura vegetal debido al estrés ambiental (Muñoz y Hernández, 2001; 2004). El enebro marítimo (*Juniperus oxycedrus*) es una conífera que se distribuye desde España, por el norte de África (Marruecos, Argelia y Túnez) y el Sur de Europa (España, Italia y Grecia) hasta Oriente Próximo. En Andalucía se extiende desde Cartaya (Huelva) hasta Tarifa (Cádiz), no obstante, sus poblaciones son reducidas por causa de la tala, el desarrollo urbanístico y el cultivo que ha llevado a incluirse en el Catálogo Andaluz de Especies Vegetales Amenazadas y el Catálogo Nacional como especie críticamente amenazada (Muñoz, 2004). También, posee cuatro frentes diferenciados: dunas primarias y secundarias, bosque mixto de enebros y sabinas y bosque de pinos piñoneros.

III.4.2. Fases de la intervención

Se diseñó la secuencia “Desentrañando secretos controvertidos en el Paraje Natural Enebrales de Punta Umbría” considerando las fases de un proyecto de investigación escolar que proponen Cañal et al. (2005) y Cañal et al. (2016), con el objetivo de secuenciar las actividades (figura III.4). El propósito es facilitar el cambio en las emociones a través de estrategias de indagación y autorregulación emocional y facilitar la interacción. Se eligió este paraje como recurso porque:

- Supone el trabajo a partir del planteamiento de preguntas, la explicación de fenómenos cotidianos (Martínez-Chico, Jiménez-Liso y López-Gay, 2014) y la utilización de contextos que pueden mejorar el interés de los estudiantes (Blanco, España y Rodríguez, 2012).
- Conlleva la observación e identificación de las características y componentes del ecosistema (Real Decreto, 126/2014) e implica el reconocimiento de distintos factores que influyen en el equilibrio del sistema.
- Supone la organización de los seres vivos y las relaciones que establecen con los componentes del entorno.
- Conlleva el reconocimiento de conceptos transversales como la energía y las reacciones químicas como fotosíntesis y respiración celular.
- Circunscribe aspectos biológicos y sociales en el aprendizaje y la enseñanza del ecosistema.
- Demanda de transversalidad, argumentación basada en evidencias científicas, razonamiento moral, cuestiones éticas y empatía para la resolución del problema sociocientífico.
- Supone la puesta en valor del patrimonio natural de la provincia de Huelva.

El proyecto se desarrolla en el transcurso de siete sesiones entre diciembre de 2016 y enero de 2017. En la intervención, los estudiantes expresan sus concepciones iniciales sobre el ecosistema, efectúan una búsqueda de información preliminar sobre el paraje natural, realizan una visita guiada al ecosistema y participan en las actividades de autorregulación emocional. A partir de la organización y síntesis de las ideas y evidencias científicas elaboran un póster, comunican y debaten argumentos a favor o en contra de la construcción de hoteles en el ecosistema asumiendo distintos roles sociales. Finalmente, de manera empática invierten sus posiciones y papeles para aportar nuevos argumentos y establecer conclusiones consensuadas acerca del problema general. A continuación, se detallan las actividades que constituyen cada fase de la intervención.

- **Fase de iniciación:** Se recogieron concepciones previas sobre ecosistema costero y se estudiaron contenidos científicos (concepto de sistema, clasificación de seres vivos, ecosistema, componentes bióticos y abióticos, relaciones tróficas) y conocimientos didácticos acerca de naturaleza de la ciencia e indagación (dos sesiones). Los estudiantes completaron previamente una batería de preguntas cerradas disponible en la plataforma virtual de la asignatura, cuyo propósito era repasar los contenidos clave abordados en los ciclos formativos previos (Primaria, ESO y Bachillerato). La figura III.5. presenta algunas de las cuestiones incluidas en esa práctica.

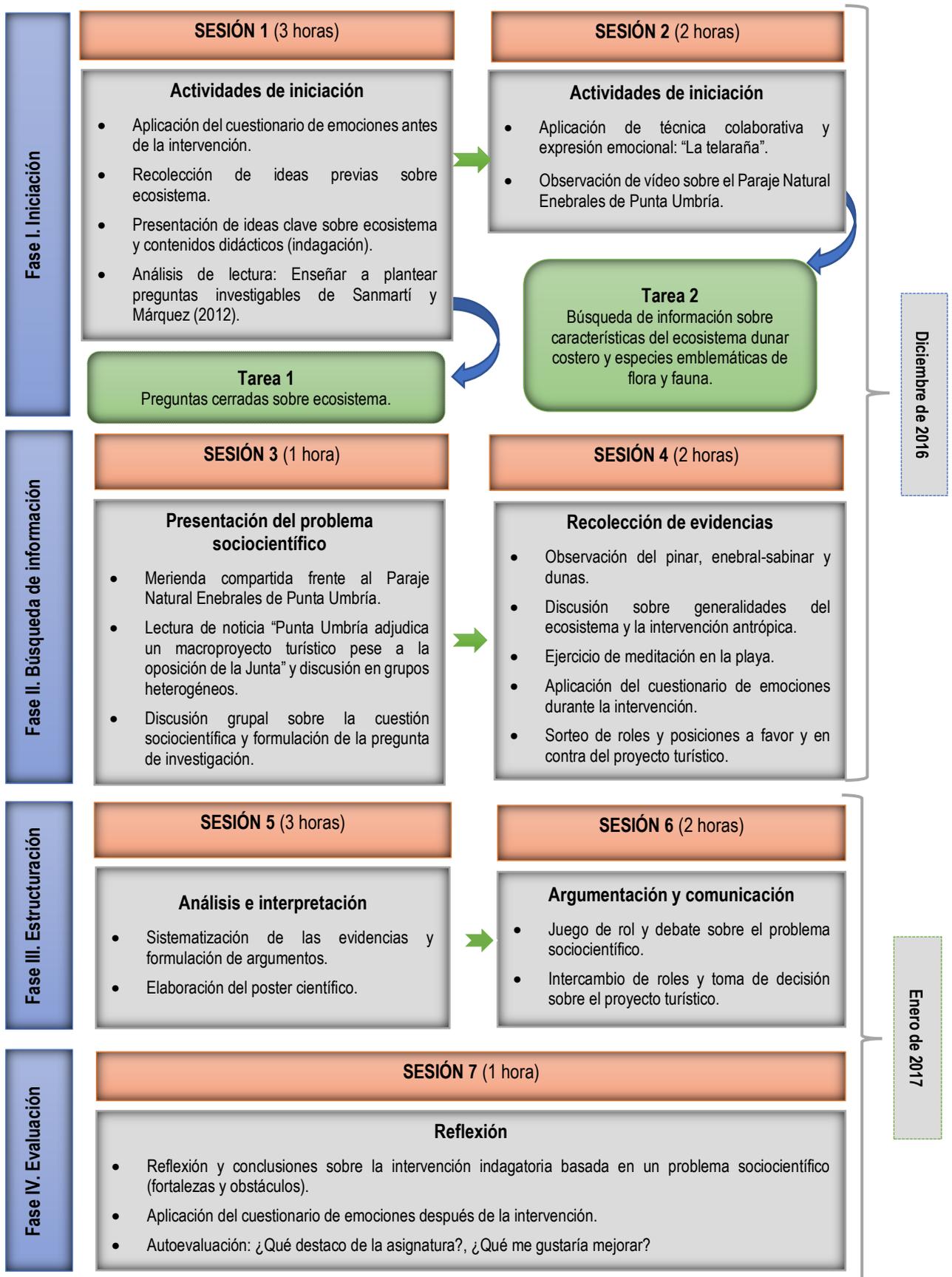


Figura III.4. Esquema de la intervención indagatoria y metaemocional. Fuente: Elaboración propia.



Figura III.5. Batería de preguntas cerradas sobre ecosistema. Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, esos contenidos se trabajaron fuera del aula mediante técnica colaborativa y de expresión emocional denominada “La telaraña” (ver figura III.6 y vídeo 1 en carpeta multimedia-anexo). Los estudiantes se posicionan formando un círculo, la profesora sujeta un ovillo de lana mientras plantea una pregunta y lo lanza a un estudiante quien debe responder. Luego, este lo lanza a otro quien responde la siguiente. El proceso se repite hasta que todos quedan enlazados en una red. El último en quedarse con el ovillo expresa las emociones que siente y lo regresa a quien se lo entregó. El proceso se repite hasta que retorna a quien anteriormente lo lanzó (Retana-Alvarado et al., 2018). En esta experiencia los estudiantes expresaron emociones positivas como alegría, felicidad, contento, satisfacción, entusiasmo, diversión, curiosidad, bienestar, tranquilidad, calma y paz, asimismo emociones negativas como angustia, agobio y vergüenza (ver vídeo 2 en carpeta multimedia-anexo).



Figura III.6. Técnica de regulación emocional La Telaraña. Fuente: Retana-Alvarado (2016).

Antes de la intervención se aplicó el cuestionario C-1-E (ver anexo 3) para el diagnóstico de las emociones. Finalmente, como aproximación al ecosistema observaron un vídeo titulado “Paraje Natural Enebrales de Punta Umbría” (ver cuadro III.1 y vídeo 3 en carpeta multimedia-anexo).

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.

Cuadro III.1. Contenido científico sobre el ecosistema costero expuesto en el vídeo. Fuente: Disfruta Huelva (2016).

- **Fases de planificación y búsqueda de información:** Incluye presentación y delimitación del problema sociocientífico (dos sesiones). Antes de la gira, los estudiantes buscaron información sobre el Paraje Natural Enebrales de Punta Umbría (características del ecosistema y especies emblemáticas). En la siguiente sesión, al llegar al ecosistema leyeron la noticia “Punta Umbría adjudica un macroproyecto turístico en una zona protegida pese a la oposición de la Junta” (El País, 2000) (ver vídeo 4 en carpeta multimedia-anexo) e identificaron el problema con la guía de la formadora. De acuerdo con Oliveras, Márquez y Sanmartí (2011), el uso de noticias sociocientíficas puede fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes. Seguidamente, formularon la pregunta de investigación y elaboraron un plan de trabajo grupal.

Posteriormente, se realizó la visita guiada por las diferentes zonas del paraje (ver vídeo 5 en carpeta multimedia-anexo), donde la profesora explicó características del ecosistema dunar costero, especies de flora y fauna en cada frente (pinar, bosque mixto de enebros y sabinas, dunas secundarias y embrionarias) e influencia de componentes bióticos y abióticos. Los estudiantes recogieron y sistematizaron las evidencias científicas.

Al llegar a la playa, la profesora y los estudiantes realizaron una discusión para destacar las ideas científicas clave sobre el ecosistema (ver vídeo 6 en carpeta multimedia-anexo). Más adelante, se realizó un **ejercicio de meditación** para facilitar la gestión emocional (ver descripción en el cuadro III.2 más adelante, figura III.7 y vídeo 7) y se aplicó el instrumento de emociones (C-1-E, ver anexo 3). Diversos estudios indican que la *relajación-mindfulness* mejora las habilidades cognitivas y socioemocionales de los estudiantes (Amutio, Franco, Gázquez y Mañas, 2015), el clima de aula y el rendimiento académico (López-González, Amutio, Oriol y Bisquerra, 2016).

Finalmente, se realizó la asignación mediante un sorteo en el que a cada equipo le correspondió asumir un rol (vecinos, políticos, ecologistas, empresarios, maestros, pescadores y turistas) con posición a favor o en contra de la construcción urbanística.



Figura III.7. Ejercicio de meditación en la playa. Fuente: Retana-Alvarado (2016).

La mente y las emociones se desequilibran por múltiples razones, de ahí la importancia de conocer diferentes estrategias para permanecer en paz y armonía, aportándole al cuerpo un mecanismo de protección interna y la adecuada preparación para actuar y tomar decisiones. Esto se puede alcanzar a través de la **meditación**, es decir propiciar la concentración en un "objeto virtuoso", algo que produzca paz interior, causa imprescindible de la felicidad.

Mindfulness es un tipo de meditación orientada hacia la atención plena que se define como la calidad de ser consciente del momento presente con aceptación (Bishop et al., 2004) e implica la capacidad de observación de los propios pensamientos, sensaciones y reacciones emocionales (López-González, Amutio y Herrero-Fernández, 2018). Por tanto, un ejercicio de meditación durante el proceso indagatorio representa una valiosa aportación al propio conocimiento de la mente y de las reacciones fisiológicas del organismo, incrementando la motivación y la disposición para el aprendizaje. A través de este pequeño ejercicio intentamos facilitar estados mentales virtuosos o emociones positivas, por ejemplo, alegría, amor, tranquilidad y paz mental, emociones imprescindibles para ser felices.

En primer lugar, la profesora pide a los estudiantes que se sienten sobre la arena. Adoptan una postura cómoda, espalda recta y cuerpo relajado, colocando los hombros abiertos, los codos ligeramente separados del tronco para que fluya la respiración. Seguidamente, cierran sus ojos e intentan disipar todo tipo de distracciones mentales y crear dentro de sí un espacio de claridad. Eso se alcanza con un ejercicio de respiración. La profesora pide que inhalen y exhalen, que se concentren en la sensación que produce el aire al entrar y salir de las fosas nasales, mientras también escuchan el sonido de las olas del mar al chocar sobre la arena.

La profesora pide a los estudiantes que identifiquen esa sensación mientras respiran y que traten de mantenerla. Al cabo de unos segundos, notamos como pasamos de un estado de distracción a uno de concentración. Para ello, se deben soltar los pensamientos perturbadores y volver al objeto de meditación (la respiración y la sensación relajante que produce el aire al entrar y salir de las fosas nasales). De esta forma, logramos que la mente se apacigüe, el cuerpo se relaje, la creación de un espacio de paz y armonía en el interior, así como un clima de clase adecuado.

Este ejercicio se realizó durante cinco a diez minutos aproximadamente. La práctica de *mindfulness* por diez minutos tiene efectos positivos en adolescentes a nivel educativo (Felver y Jennings, 2015). Luego, la profesora pidió que abrieran los ojos y que comentaran cómo se sentían. Se plantearon algunas cuestiones como: ¿Qué tipo de distracciones habéis experimentado?, ¿Sentisteis un estado de concentración y de relajamiento mientras respirabais?, ¿De qué manera nos puede ayudar este ejercicio a regular nuestros pensamientos y emociones?, ¿Podríamos utilizar esta estrategia con niños de Educación Primaria?

Cuadro III.2. Descripción del ejercicio de meditación. Fuente elaboración propia.

- **Fase de estructuración:** Esta fase incluye dos sesiones de trabajo grupal. En el aula estructuraron los datos, formularon argumentos a partir de las evidencias y contrastaron con explicaciones alternativas, así mismo, elaboraron un póster científico para comunicar sus argumentos (ver figura III.8). De acuerdo con Toboja (2017), el póster posibilita una transmisión de conocimiento concisa, clara y agradable, además desarrolla las capacidades de búsqueda crítica, síntesis, expresión y uso de las TIC.

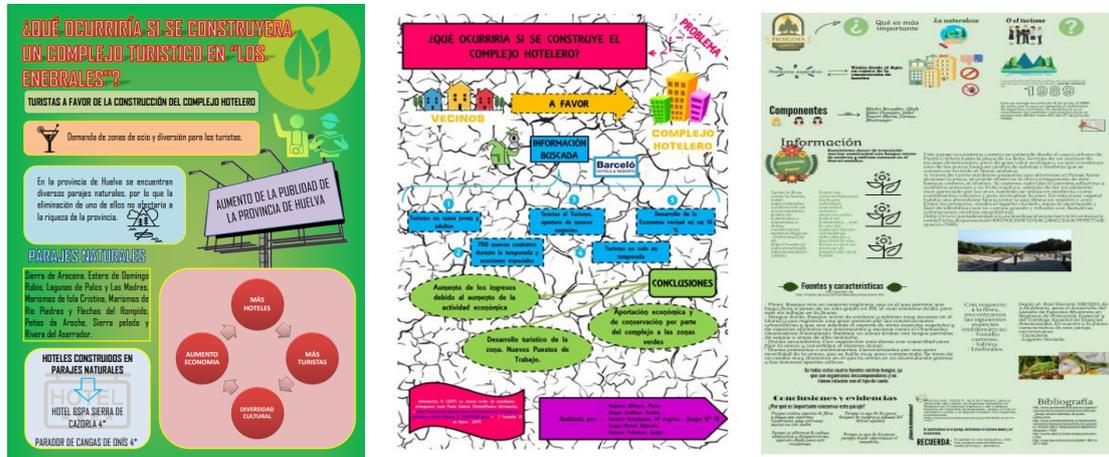


Figura III.8. Pósteres científicos. Fuente: Carpetas virtuales de estudiantes (2017).

Seguidamente debatieron sus explicaciones desde las posiciones y roles asignados (ver vídeos 8-A a 8-H en carpeta multimedia-anexo y figura III.9 más adelante). Finalmente, la profesora intercambió la posición a favor o en contra del proyecto por lo que cada grupo debió aportar un nuevo argumento promoviendo la empatía.



Figura III.9. Actividad de debate: Juego de rol. Fuente: Retana-Alvarado (2017).

- **Fase de evaluación:** Los estudiantes reflexionaron y establecieron conclusiones sobre la cuestión controvertida, logros y dificultades de la metodología indagatoria (una sesión). Respondieron el cuestionario C-1-E (ver anexo 3) sobre emociones después de la intervención. Finalmente, se llevó a cabo una autoevaluación en la que los estudiantes respondieron a las preguntas: ¿Qué destaco de la asignatura?, ¿Qué me gustaría mejorar?

III.5. Diseño metodológico general

El proceso de aprender a enseñar ciencias a través de un modelo de enseñanza basado en la indagación requiere el desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido personal del profesorado en formación. Para ello, consideramos relevante la integración entre el conocimiento y las habilidades a través de la acción dentro del contexto del aula durante la práctica de enseñanza. Esto implica superar los obstáculos de naturaleza afectiva, epistemológica, curricular y contextual que limitan la representación de los contenidos científicos aprovechando las potencialidades de la metodología indagatoria en la planificación y la instrucción, así como en el desarrollo profesional (Vázquez-Bernal et al., 2012).

En el marco del modelo de conocimiento profesional (Gess-Newsome, 2015), las emociones del profesorado y de los estudiantes están vinculadas al CDC debido a que actúan como un filtro o amplificador en la enseñanza y en los resultados de aprendizaje, por tanto, es imprescindible la aplicación de estrategias de regulación emocional que faciliten su evolución.

Si bien, en la revisión de la literatura científica se evidencia un marco teórico contundente que describe las causas de las emociones hacia la enseñanza y el aprendizaje de las asignaturas de Ciencias y la relación con variables como la autoeficacia para la enseñanza de contenidos científicos concretos, aún existe un vacío respecto a diseños de investigación y propuestas de innovación didáctica que evalúen el efecto del cambio de las emociones que experimentan los estudiantes en el contexto de intervenciones indagatorias, metacognitivas y metaemocionales basadas en cuestiones sociocientíficas, así como la identificación de las causas de esas variables afectivas en la complejidad que entretiene las relaciones entre los dominios que conforman dicho modelo, abordado desde la óptica del núcleo duro de pensamiento del formador. Así, centramos el foco en el cambio de las emociones de los estudiantes y en la reflexión de la formadora sobre la práctica de aula bordeando al CDC sin la pretensión de describir sus componentes.

Dadas las condiciones que anteceden, la presente Tesis Doctoral se enmarca en un **diseño mixto explicativo secuencial** (DEXPLIS) que se caracteriza por la presencia de varios diseños de naturaleza cuantitativa y cualitativa que buscan aceptar o rechazar las hipótesis de la investigación (Creswell, 2009; Hernández et al., 2010) (ver figuras III.10 y III.11).



Figura III.10. Esquema general del diseño mixto explicativo secuencial (DEXPLIS). Fuente: Adaptado de Hernández et al. (2010) por Retana-Alvarado (2018).

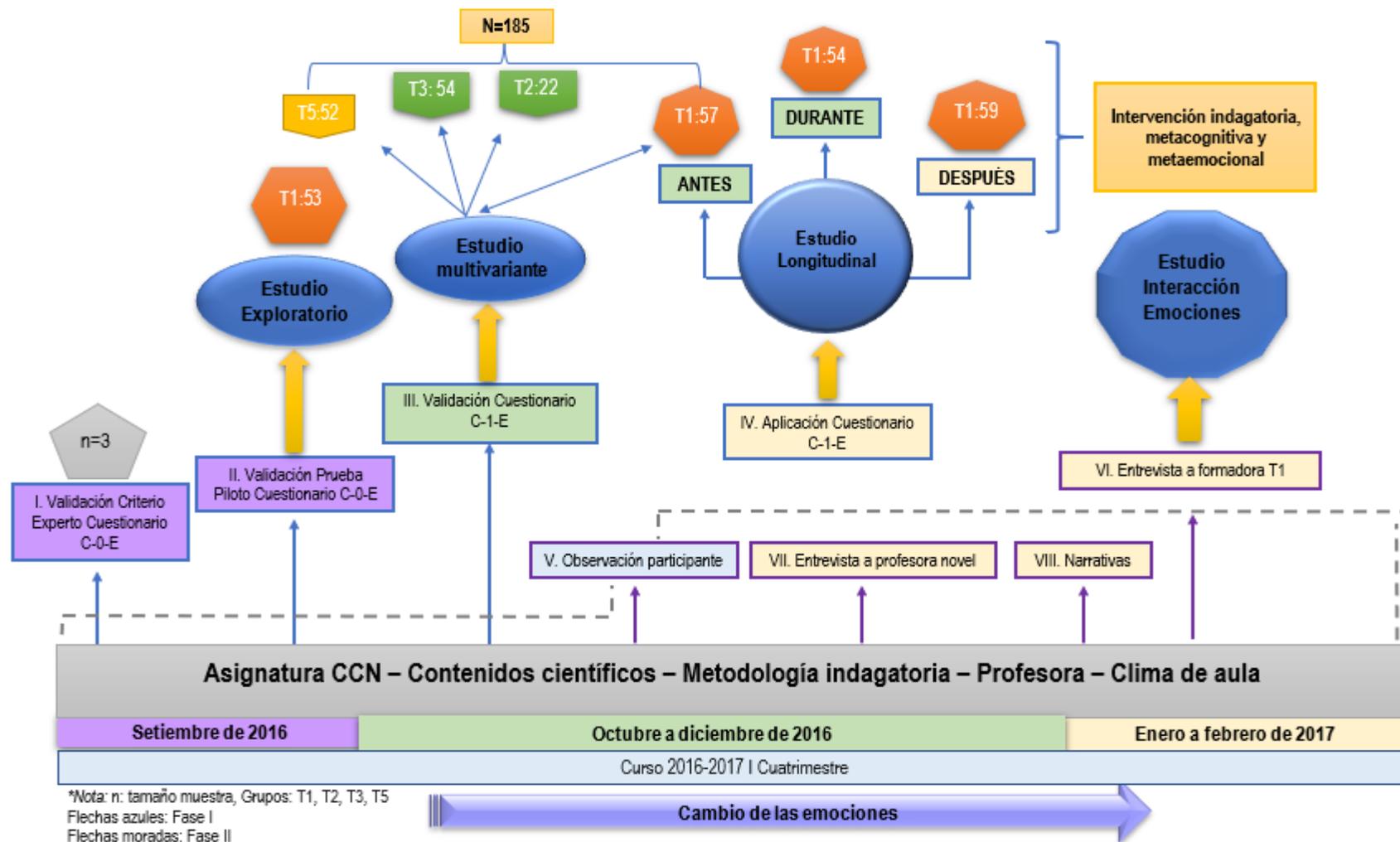


Figura III.11. Diseño metodológico general de la investigación. Fuente: Elaboración propia.

En una primera fase, se recolectan y analizan datos cuantitativos sobre la intensidad de las emociones hacia cinco dimensiones (asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I, contenidos científicos, metodología indagatoria, profesora y clima de aula), seguida de una segunda fase en la que se recaban y examinan datos cualitativos en torno a la interacción de las emociones en el clima de aula (ver figura III.10 y tabla III.2), lo cual contribuye en la triangulación. La segunda fase se elabora a partir de los resultados de la primera, es decir, los hallazgos cuantitativos iniciales informan la recolección y el análisis de los datos cualitativos.

De esta forma, la **primera fase** de la investigación está constituida por dos estudios de validación que describen las emociones que se exhiben al comienzo de la asignatura en el alumnado de Maestro de Primaria, con el respaldo de propiedades psicométricas que muestran fiabilidad y validez suficiente. También, la fase cuantitativa se constituye de un estudio de desarrollo que analiza el cambio de las emociones en el transcurso de la intervención.

El primer estudio, se realiza desde un **diseño transversal ex-post-facto de naturaleza no experimental** (Latorre, del Rincón y Arnal, 1996) con alcance exploratorio, descriptivo y correlacional. De acuerdo con Mateo (2014) “se respeta el fenómeno tal como se produce en su ámbito natural y no pretende ni trata de manipular la realidad” (p. 228), por tanto, las emociones que esperan sentir los estudiantes representan una primera aproximación al objeto de estudio, sin la pretensión de establecer relaciones causa-efecto. Cabe destacar que este estudio representa la validación por prueba piloto de la versión preliminar del instrumento de recolección de información (grupo T1, N=53 estudiantes).

El segundo estudio se llevó a cabo con una muestra de mayor tamaño que incluye los cuatro grupos de la asignatura (N=185 estudiantes) a través de un **diseño transversal no experimental** caracterizado por la recolección de datos en un único momento. El propósito era describir las variables y analizar su incidencia e interrelación (Hernández et al., 2010, p.151) antes de la implementación de la intervención. En este sentido, el estudio presenta alcance descriptivo y multivariante, cuya finalidad fue determinar la validez de constructo, lo cual permitió la conformación de un modelo factorial en cada dimensión que expone la intensidad de las relaciones entre las variables. El diagnóstico de las emociones en ambos estudios orientó el diseño de la intervención, incluidas las estrategias de indagación y regulación emocional.

Finalmente, el estudio de desarrollo tiene como objetivo describir la evolución de las variables afectivas durante un periodo de tiempo, lo cual implica la recolección de datos en diferentes momentos temporales para analizar los cambios (Mateo, 2014). Este estudio se enmarca en un **diseño longitudinal de naturaleza no experimental**, en el que se consideran los momentos antes, durante y después de la intervención que permite la precisa descripción del cambio. De esta forma, se contó con la participación continua de los estudiantes del grupo T1 (N=54) y la formadora experta.

Tabla III.2

Estudios que conforman el Diseño Mixto Explicativo Secuencial.

Fase	Estudio	Participantes	Instrumentos	Técnicas de análisis
Fase I	Exploratorio, descriptivo y correlacional	Grupo T1: N=53 estudiantes	Cuestionario C-0-E (Primer orden)	Análisis descriptivo exploratorio Análisis de frecuencias Prueba no paramétrica de correlación de Spearman
	Estudio multivariante	185 estudiantes (Grupo T1, N=57; Grupo T2, N=22; Grupo T3, N=54; Grupo T5, N=52)	Cuestionario C-1-E (Primer orden)	Análisis descriptivo exploratorio Análisis de frecuencias Análisis factorial exploratorio Análisis comparativo en función del sexo (Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney).
	Estudio longitudinal	Grupo T1: Antes de la intervención: N= 57. Durante la intervención: N=54. Después de la intervención: N=59.	Cuestionario C-1-E (Primer orden)	Análisis descriptivo exploratorio Análisis de frecuencias Análisis comparativo en función del sexo (Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney).
		Antes-Durante-Después: N=54		Análisis de frecuencias Análisis factorial exploratorio Análisis comparativo en función del momento (Prueba no paramétrica H de Kruskall Wallis). Análisis descriptivo exploratorio
Fase II	Interacción de las emociones en el clima de aula	Formadora del grupo T1	Guión de entrevista semiestructurada y Diario de observación (primer orden) Sistema de categorías (segundo orden)	Análisis de frecuencias de códigos Análisis de contenido y vinculaciones

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, Gess-Newsome (2015) destaca la presencia del afecto y su influencia en profesores y estudiantes en la dinámica de la práctica de aula. Si bien, el foco de su modelo se centra en el conocimiento profesional, también sostiene que existen efectos filtrantes o amplificadores de las emociones del docente que podrían afectar la implementación de las intervenciones didácticas y el compromiso con el aprendizaje.

Ahora bien, el planteamiento anterior permite presentar la **segunda fase** que se contextualiza en un **método etnográfico** con el fin de analizar la interacción de las emociones en el clima de aula, sus causas, los obstáculos y el rol que desempeñan en el esquema teórico (estudio de interacción). De acuerdo con Rodríguez et al. (1996), la etnografía es un método de investigación que busca la descripción interpretativa de la estructura social del grupo investigado (por ejemplo, una clase).

Estos autores destacan rasgos distintivos como: a) El problema de investigación nace del contexto educativo, b) la observación directa es el medio esencial para la recolección de la información y c) la triangulación es el proceso fundamental para la validación de los datos.

Cabe destacar que, desde el comienzo de la investigación, se decidió que el doctorando o investigador principal permaneciera en todas las clases con un rol de estudiante “infiltrado”; es decir, como un estudiante más de la asignatura, de tal manera que su presencia modificara lo menos posible la dinámica del aula y pasara el tiempo suficiente en el escenario para observar de manera prolongada y repetitiva lo que sucedía en todas las clases durante un cuatrimestre.

Eso permitió considerar el carácter evolutivo del estudio, identificar relaciones entre las variables y distinguir cambios en la intensidad de las emociones en los momentos de la intervención, por lo cual, las hipótesis y los instrumentos emergieron *in situ* a medida que la investigación seguía su curso y como resultado de los procesos de diálogo, realimentación y reflexión con la formadora y los investigadores que constituyen nuestro grupo de investigación-acción. Estos procesos aportaron en el diseño de los cuestionarios, el guión de entrevista semiestructurada dirigida a la profesora del grupo T1 y la creación de un sistema de categorías para el análisis de la reflexión.

III.6. Participantes en la investigación

En este apartado se describen las características sociodemográficas de los participantes (estudiantes y formadora) en los estudios diagnóstico, multivariante, longitudinal y de interacción que tienen como objetivo la validación del cuestionario, el análisis del cambio de las emociones hacia las dimensiones: asignatura, contenidos científicos, metodología indagatoria, profesor(a) y clima de aula, así como el análisis de la integración de las emociones en la práctica.

La formadora, quien dinamiza la interacción afectiva y social en el contexto de aula, es Licenciada en Biología con especialidad en Botánica por la Universidad de Córdoba (España) y Doctora en Botánica por la Universidad de Huelva donde realizó la Tesis Doctoral titulada “*Estudio de flora y vegetación en el oeste de Doñana*”. También, posee el Máster en Educación Ambiental, el Máster en Investigación en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales y el Máster en Formación del Profesorado en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

Esta profesora ha impartido docencia en formación de grados y posgrados en la Facultad de Ciencias Experimentales y la Facultad de Educación, Psicología y Ciencias del Deporte de la Universidad de Huelva. Desde su incorporación al Departamento de Didácticas Integradas en el curso académico 2009-2010, se ha formado de manera continua en los aspectos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias; en el marco de la investigación escolar, el dominio afectivo, la formación inicial y el desarrollo profesional del profesorado.

Estudio descriptivo, exploratorio y correlacional

En el estudio diagnóstico se realizó un muestreo no probabilístico por accesibilidad. Así que se utilizó como muestra a individuos a los que se tuvo facilidad de acceso (Sabariego, 2014). De esta forma, se conformó una muestra incidental constituida por 53 estudiantes (grupo T1) (ver tabla III.3 y tabla III.4), procedentes de tres provincias de la Comunidad Autónoma de Andalucía (Huelva, Sevilla y Cádiz), España; incluidas tres estudiantes Erasmus, de Italia y Alemania. Estos sujetos cursaron la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I en el primer cuatrimestre del curso académico 2016-2017.

El grupo T1 intervino previamente en la prueba piloto y validación de la versión final del instrumento; así como en el estudio longitudinal sobre el cambio de las emociones hacia las cinco dimensiones de análisis considerando los momentos antes, durante y después de la intervención.

Respecto al sexo, 30,0% son varones y 70,0% son mujeres (efecto de la titulación). Las edades oscilan entre 19 y 39 años, situándose la media en 22,5 (DE=4,79). La media en las mujeres es 22,8 años (DE=5,26) y en los hombres es 21,9 años (DE=3,51).

En cuanto al acceso a la universidad, la mayoría del conjunto procede de Bachillerato (83,0%), con proporciones más altas en las modalidades de Ciencias Sociales (56,8%) y Humanidades (20,5%). Los demás ingresaron a la universidad mediante estudios de Formación Profesional Básica (11,3%) o prueba para estudiantes mayores de 25 años (5,70%).

Tabla III.3

Características de la muestra en el estudio exploratorio

Características	(N=53)	%
Sexo		
Hombre	16	30,0
Mujer	37	70,0
Edad		
19 a 23 años	42	79,2
24 a 28 años	6	11,3
29 a 33 años	1	2,00
34 a 39 años	4	7,50
Acceso a la universidad		
<i>Bachillerato</i>	44	83,0
Ciencias de la Naturaleza y Salud	8	18,2
Ciencias Sociales	25	56,8
Tecnología	2	4,50
Humanidades	9	20,5
<i>Formación Profesional Básica</i>	6	11,3
Administración y Finanzas	2	33,3
Administración de Sistemas Informáticos	1	16,7
Estética	1	16,7
Imagen	1	16,7
Turismo	1	16,7
<i>Prueba mayor de 25 años</i>	3	5,70

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla III.4

Características de la muestra en el estudio exploratorio en función del sexo

Características	Varones		Mujeres	
	(N=16)	%	(N=37)	%
Edad				
19 a 23 años	13	81,3	29	78,4
24 a 28 años	2	12,5	4	10,8
29 a 33 años	1	6,20	0	,00
34 a 39 años	0	,00	4	10,8
Acceso a la universidad				
<i>Bachillerato</i>	14	87,5	30	81,1
Ciencias de la Naturaleza y Salud	3	21,4	5	16,6
Ciencias Sociales	8	57,1	17	56,7
Tecnología	1	7,20	1	3,40
Humanidades	2	14,3	7	23,3
<i>Formación Profesional</i>	1	6,25	5	13,5
Administración y Finanzas	0	,00	2	40,0
Administración de Sistemas Informáticos	1	100,0	0	,00
Estética	0	,00	1	20,0
Imagen	0	,00	1	20,0
Turismo	0	,00	1	20,0
<i>Prueba mayor de 25 años</i>	1	6,25	2	5,40

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Estudio descriptivo, transversal, multivariante y comparativo

Siguiendo a McMillan y Schumacher (2005) se utilizó un muestreo incidental y por conveniencia, es decir, se seleccionaron los sujetos sobre la base de ser accesibles y adecuados, tratando de abarcar suficiencia en la fiabilidad y validez. La muestra se compuso de un total de 185 estudiantes (36,0% hombres y 64,0% mujeres) pertenecientes a los cuatro grupos (T1, T2, T3 y T5) de la asignatura (ver tablas III.5, III.6 y III.7), quienes también intervinieron en la validación de la versión definitiva del instrumento. Los grupos T2, T3 y T5 participaron únicamente en esta última fase de construcción.

Los sujetos poseen edades de entre 19 a 39 años ($M=21,8$; $DE=3,40$). La media de edad en los varones es 22,0 años ($DE=2,37$) y en las mujeres es 21,6 años ($DE=3,86$). El 88,6% ingresó a la universidad a través del Bachillerato, dicho conjunto realizó mayoritariamente estudios de Ciencias Sociales y Humanidades (75,5%). En conjunto, las modalidades de Ciencias de la Naturaleza y Salud, así como Tecnología apenas alcanzan el 22,0%. Los demás realizaron estudios en diversas modalidades de Formación Profesional Básica (10,3%). De forma minoritaria, solamente el 1,10% ingresó a los estudios universitarios mediante prueba para estudiantes mayores de 25 años.

Tabla III.5

Características de la muestra en el estudio multivariante

Características	(N=185)	%
Sexo		
Hombre	67	36,0%
Mujer	118	64,0%
Edad		
19 a 23 años	156	84,3
24 a 28 años	22	11,9
29 a 33 años	4	2,20
34 a 39 años	3	1,60
Acceso a la universidad		
<i>Bachillerato</i>	164	88,6
Artes	4	2,40
Ciencias de la Naturaleza y Salud	29	17,7
Ciencias Sociales	92	56,1
Tecnología	7	4,30
Humanidades	32	19,5
<i>Formación Profesional Básica</i>	19	10,3
Actividad Física	2	10,6
Administración y Finanzas	3	15,8
Administración de Sistemas Informáticos	1	5,30
Estética	1	5,30
Servicios Sociales a la Comunidad	2	10,5
Telecomunicaciones e Informática	1	5,30
Turismo	1	5,30
Otros	8	41,9
<i>Prueba mayor de 25 años</i>	2	1,10

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla III.6

Características de la muestra según el grupo de la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I

Características	T1		T2		T3		T5	
	(N=57)	%	(N=22)	%	(N=54)	%	(N=52)	%
Sexo								
Hombre	18	31,6	10	45,5	24	44,4	15	29,0
Mujer	39	68,4	12	54,5	30	55,6	37	71,0
Edad								
19 a 23 años	48	84,2	20	90,9	44	81,5	44	84,6
24 a 28 años	5	8,80	1	4,50	8	14,8	8	15,4
29 a 33 años	2	3,50	1	4,50	2	3,70	0	,00
34 a 39 años	2	3,50	0	,00	0	0,00	0	,00
Acceso a la universidad								
<i>Bachillerato</i>	51	89,5	18	81,8	47	87,0	48	92,3
Artes	0	,00	2	9,10	1	2,10	1	2,10
Ciencias Naturaleza y Salud	11	21,6	2	13,6	6	12,8	9	18,8
Ciencias Sociales	26	51,0	11	62,3	29	61,7	27	56,3
Tecnología	3	5,90	1	5,00	2	4,30	1	2,10
Humanidades	11	21,6	2	10,0	9	19,1	10	20,8
<i>Formación Profesional</i>	4	7,00	4	18,2	7	13,0	4	7,70
Actividad Física y Salud	0	,00	0	,00	2	28,6	0	,00
Administración y Finanzas	2	50,0	0	,00	2	28,6	0	,00
Administración de Sistemas Informáticos	1	25,0	0	,00	0	,00	0	,00
Animación Sociocultural	0	,00	0	,00	1	14,3	0	,00
Educación Infantil	0	,00	1	25,0	0	,00	0	,00
Estética	1	25,0	0	,00	0	,00	0	,00
Informática	0	,00	0	,00	1	14,3	0	,00
Intérprete Lengua Signos Española	0	,00	1	25,0	0	,00	0	,00
Salud	0	,00	0	,00	1	14,3	0	,00
Servicios Sociales a la Comunidad	0	,00	1	25,0	0	,00	1	25,0
Telecomunicaciones	0	,00	0	,00	0	,00	1	25,0
Turismo	0	,00	0	,00	0	,00	1	25,0
Otros	0	,00	1	25,0	0	,00	1	25,0
<i>Prueba mayor de 25 años</i>	2	3,50	0	,00	0	,00	0	,00

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla III.7

Características de la muestra en función del sexo y el grupo de la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I

Características	T1				T2				T3				T5			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Edad																
19 a 23 años	15	83,3	34	87,2	10	100	9	75,0	16	66,7	26	86,7	12	80	32	86,5
24 a 28 años	2	11,1	3	7,70	0	,00	3	25,0	8	33,3	3	10,0	3	20	5	13,5
29 a 33 años	1	5,60	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	1	3,30	0	,00	0	,00
34 a 39 años	0	,00	2	5,10	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00
Acceso a la universidad																
<i>Bachillerato</i>	16	88,9	35	89,7	9	90,0	9	75,0	18	75,0	29	96,7	13	86,66	35	94,6
Artes	0	,00	0	,00	0	,00	2	22,2	0	,00	1	3,44	0	,00	1	2,90
Ciencias Naturaleza y Salud	5	31,3	5	14,3	8	88,9	5	55,6	3	16,7	3	10,4	4	30,8	8	22,9
Ciencias Sociales	7	43,7	20	57,1	0	,00	0	,00	9	50,0	22	75,9	6	46,2	18	51,3
Tecnología	1	6,20	2	5,70	0	,00	1	11,1	2	11,1	0	,00	1	7,70	0	,00
Humanidades	3	18,8	8	22,9	1	11,1	1	11,1	4	22,2	3	10,3	2	15,3	8	22,9
<i>Formación Profesional</i>	1	5,60	3	7,70	1	10,0	3	25,0	6	25,0	1	3,30	2	13,3	2	5,41
Actividad Física y Salud	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	2	33,3	0	,00	0	,00	0	,00
Administración y Finanzas	0	,00	2	66,7	0	,00	0	,00	1	16,7	1	100,0	0	,00	0	,00
Administración Sistemas Informáticos	1	100,0	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00
Animación Sociocultural	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	1	16,6	0	,00	0	,00	0	,00
Educación Infantil	0	,00	0	,00	0	,00	1	33,3	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00
Estética	0	,00	1	33,3	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00
Informática	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	1	16,7	0	,00	0	,00	0	,00
Intérprete Lengua Signos Española	0	,00	0	,00	0	,00	1	33,3	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00
Salud	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	1	16,7	0	,00	0	,00	0	,00
Servicios Sociales a la Comunidad	0	,00	0	,00	0	,00	1	33,3	0	,00	0	,00	0	,00	1	50,0
Telecomunicaciones	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	1	50,0	0	,00
Turismo	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	,00	,00	1	50,0
Otros	0	,00	0	,00	1	100,0	0	,00	0	,00	0	,00	1	50,0	0	,00
<i>Prueba mayor de 25 años</i>	1	5,60	1	2,60	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Estudio descriptivo, longitudinal, multivariante y comparativo

En este estudio participaron los estudiantes matriculados en el grupo T1 de la asignatura. El estudio está constituido por tres sub-estudios que comprende el análisis de la intensidad de las emociones positivas y emociones negativas en los momentos antes (N=57), durante (N=54) y después (N=59) de la intervención respectivamente (ver tablas III.9 y III.10 más adelante).

También se compone de un sub-estudio que abarca el análisis de las puntuaciones en los tres momentos (N=54) de manera conjunta. En el análisis inferencial se optó por homogenizar la muestra aleatoriamente, asegurando igualdad de proporción de varones y mujeres debido a la variabilidad en el número de sujetos que completaron el instrumento en los tres momentos. Por tanto, presentamos las características de una muestra conformada por 54 estudiantes (ver tabla III.8).

En cuanto al sexo, 33,0% son varones y 67,0% son mujeres. Los participantes tienen media de edad de 22,16 años (DE=4,10). De esta forma, 83,0% posee edades comprendidas entre los 19 a 23 años. La mayoría ingresó a los estudios universitarios a través del Bachillerato (89,0%), cuyas modalidades más representadas son Ciencias Sociales (59,0%), Ciencias de la Naturaleza y Salud (25,0%). No obstante, en conjunto Ciencias Sociales y Humanidades (71,0%) superan a los estudios científicos en aproximadamente un 50,0%.

Tabla III.8

Características de la muestra en el estudio longitudinal

Características	(N=54)	%
Sexo		
Hombre	18	33,0
Mujer	36	67,0
Edad		
19 a 23 años	45	83,0
24 a 28 años	5	9,00
29 a 33 años	1	2,00
34 a 39 años	3	6,00
Acceso a la universidad		
<i>Bachillerato</i>	48	89,0
Ciencias de la Naturaleza y Salud	12	25,0
Ciencias Sociales	28	59,0
Tecnología	2	4,00
Humanidades	6	12,0
<i>Formación Profesional Básica</i>	3	6,00
Administración y Finanzas	1	33,3
Administración Sistemas Informáticos	1	33,3
Estética	1	33,3
<i>Prueba mayor de 25 años</i>	3	5,00

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla III.9

Características de la muestra en el estudio longitudinal en función del momento de la intervención

Características	Antes		Durante		Después	
	(N=57)	%	(N=54)	%	(N=59)	%
Sexo						
Hombre	18	31,6	18	33,0	19	32
Mujer	39	68,4	36	67,0	40	68
Edad						
19 a 23 años	48	84,2	45	83,0	48	82,0
24 a 28 años	5	8,80	5	9,00	6	10,0
29 a 33 años	2	3,50	1	2,00	2	3,00
34 a 39 años	2	3,50	3	6,00	3	5,00
Acceso a la universidad						
<i>Bachillerato</i>	51	89,5	48	89,0	52	88,0
Ciencias de la Naturaleza y Salud	11	21,6	12	25,0	12	24,0
Ciencias Sociales	26	51,0	28	59,0	30	57,0
Tecnología	3	5,90	2	4,00	2	4,00
Humanidades	11	21,6	6	12,0	8	15,0
<i>Formación Profesional</i>	4	7,00	3	6,00	4	7,00
Administración y Finanzas	2	50,0	1	33,3	2	50,0
Administración de Sistemas Informáticos	1	25,0	1	33,3	1	25,0
Estética	1	25,0	1	33,3	1	25,0
<i>Prueba mayor de 25 años</i>	2	3,50	3	5,00	3	5,00

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla III.10

Características de la muestra en el estudio longitudinal en función del sexo y el momento de la intervención

Características	Antes				Durante				Después			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Edad												
19 a 23 años	15	83,3	34	87,2	14	77,8	31	86,1	15	79,0	33	82,5
24 a 28 años	2	11,1	3	7,70	3	16,7	2	5,56	3	15,7	4	10,0
29 a 33 años	1	5,60	0	,00	1	5,50	1	2,78	1	5,30	3	7,50
34 a 39 años	0	,00	2	5,10	0	,00	2	5,56				
Acceso a la universidad												
<i>Bachillerato</i>	16	88,9	35	89,7	16	89,0	32	88,9	17	89,5	35	87,5
Ciencias Naturaleza y Salud	11	21,6	5	14,3	5	31,2	5	15,6	4	23,5	8	22,9
Ciencias Sociales	26	51,0	20	57,1	8	50,0	21	65,6	9	53,0	21	60,0
Tecnología	3	5,90	2	5,70	1	6,30	1	3,10	1	5,90	1	2,80
Humanidades	11	21,6	8	22,9	2	12,5	5	15,7	3	17,6	5	14,3
<i>Formación Profesional</i>	1	5,60	3	7,70	1	5,50	2	5,55	1	5,26	3	7,50
Actividad Física y Salud	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00	0	,00
Administración y Finanzas	0	,00	2	66,7	0	,00	1	50,0	0	,00	2	66,7
Administración de Sistemas Informáticos	1	100,0	0	,00	1	100,0	0	,00	1	100,0	0	,00
Estética	0	,00	1	33,3	0	,00	1	50,0	0	,00	1	33,3
<i>Prueba mayor de 25 años</i>	1	5,60	1	2,60	1	5,50	2	5,55	1	5,26	2	5,00

Nota: Fuente: Elaboración propia.

III.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

En este apartado se presenta la planificación, la selección de las técnicas y los instrumentos de primer orden (cuestionario, guión de entrevista a la formadora y notas de campo como registro de observación narrativo). En primer lugar, se exponen las características del diseño y la validación del cuestionario que fue administrado mediante una encuesta durante la **fase I** de la investigación para recoger la información sobre las variables de interés (McMillan y Schumacher, 2005). En segundo lugar, se describe el guión de entrevista y el procedimiento llevado a cabo durante la **fase II** para recolectar los datos cualitativos relacionados con la interacción de las emociones en el clima de aula desde la reflexión de la formadora y el contraste con la observación participante.

III.7.1. Diseño del cuestionario

Se diseñó un cuestionario *ad hoc* con denominación C-1-E (ver anexo 3) que recoge las variables sociodemográficas (sexo, edad y procedencia de acceso a la universidad) y el grado de acuerdo declarado por los estudiantes acerca de la intensidad de siete emociones positivas y siete emociones negativas que experimentan frente a cinco dimensiones de análisis: asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I, contenidos científicos, metodología indagatoria, profesor(a) y clima de aula (ver tabla III.11).

Tabla III.11

Clasificación de las emociones

Emociones negativas	Emociones positivas
Susto	Entusiasmo
Temor	Satisfacción
Enojo	Interés
Tensión	Aceptación
Frustración	Tranquilidad
Aburrimiento	Bienestar
Rechazo	Asombro

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Las variables responden a la selección de aquellas emociones discretas con carácter académico que desempeñan un rol relevante en la enseñanza de las ciencias (Bisquerra, 2016a; Mellado et al., 2014; Pekrun et al., 2017). Las emociones académicas se relacionan con actividades de rendimiento y resultados de logro como éxito o fracaso (Pekrun y Perry, 2014). El instrumento incluye un glosario con la definición de las emociones para transmitir su significado a los sujetos de estudio, homogeneizar la comprensión de los afectos y alcanzar validez de contenido.

Para cada dimensión se formuló un ítem (en total cinco ítems) en el que los participantes debían manifestar su nivel de acuerdo frente a las catorce variables en una escala tipo Likert constituida por cinco valores: 1 (totalmente en desacuerdo), 2 (de acuerdo), 3 (ni de acuerdo ni en desacuerdo), 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo). Así, indicaban el número que mejor describe la intensidad en el grado de acuerdo de la emoción que sienten frente a cada dimensión.

La inclusión de cinco valores en la escala pretendía alcanzar normalidad en la distribución de los datos y fiabilidad. Por esta razón, utilizamos una escala cuyo número de alternativas es impar (con un valor central), es decir, no suponemos un intervalo uniforme entre las respuestas. Además, no se pretendía forzar a los sujetos para que brindaran una respuesta particular, lo cual ocurre con escalas constituidas por cantidades pares de alternativas (Lewin, 2005).

En diversos estudios se ha confirmado que la fiabilidad aumenta cuando se utilizan de cinco a siete alternativas en la escala Likert (Matas, 2018). Otros autores (Cummins y Gullone, 2000; Dillman, 2007) indican que el incremento de la fiabilidad es apreciable entre cuatro y siete alternativas, siendo menos estimable a partir de siete posibilidades de respuesta.

En esta Tesis Doctoral, al utilizar cinco alternativas se alcanzan fiabilidades suficientes y satisfactorias para las emociones positivas y emociones negativas tanto en la prueba piloto (ver tabla III.13 más adelante) como en el estudio exploratorio multivariante (ver tabla III.14 más adelante) y longitudinal. En Ciencias Sociales, la fiabilidad estimada a partir del alfa de Cronbach debe ser de al menos ,70 y preferentemente cercana a ,90 (Aaron y Aaron, 2001). En consecuencia, cinco grados de acuerdo son suficientes para alcanzar una fiabilidad adecuada. Además, si hubiésemos ampliado las alternativas probablemente no se establecerían diferencias estadísticas significativas en las medidas de tendencia central, variabilidad y distribución. En este sentido, Dawes (2008) no encontró diferencias significativas en medias, varianzas, ni curtosis al comparar tres versiones de un mismo instrumento con escalas de cinco, siete y diez alternativas.

Por otra parte, en los tres momentos y en las cinco dimensiones, la prueba inferencial no paramétrica de Kolmogorov Smirnov demostró que, para cada variable, las significancias son menores que el nivel de significación estadística del 5,00% ($p\text{-valor} < ,05$); en consecuencia, se rechazan las hipótesis nulas (H_0) en todas las variables y se aceptan las hipótesis alternativas (H_1). Entonces se establece que la muestra proviene de una población con distribución no normal.

III.7.2. Validación del cuestionario

En primer lugar, el instrumento C-0-E (ver anexo 2) fue validado a través del criterio experto de tres investigadores españoles (ver tabla III.12 más adelante), quienes valoraron los ítems con respecto al constructo, brindaron recomendaciones sobre redacción e inclusión o descarte de algunas variables para alcanzar claridad, pertinencia y validez de contenido.

En segundo lugar, se llevó a cabo prueba piloto del instrumento C-0-E con 53 estudiantes (grupo T1) al comienzo del curso académico. En ese momento, los ítems estaban formulados en función de las emociones negativas (susto, temor, enojo, tensión, frustración, abatimiento y rechazo) y positivas (entusiasmo, contento, interés, afinidad, tranquilidad, gozo y asombro) que esperaban sentir frente a las cinco dimensiones al comienzo de la asignatura (ver anexo 2).

Tabla III.12

Perfil profesional de los expertos participantes en la validación del instrumento

Experto	Grado Académico	Régimen Académico
1	Licenciada en Biología por la Universidad de Córdoba Doctora en Botánica por la Universidad de Huelva	Profesora Titular
2	Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad de Cádiz Doctor en Didáctica de las Ciencias y Formación del Profesor por la Universidad de Huelva	Profesor Asociado Profesor Física-Química en IES Jorge Juan de San Fernando, Cádiz.
3	Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad de Sevilla Doctor en Química Inorgánica por la Universidad de Sevilla	Catedrático de Universidad

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Las propiedades psicométricas, evaluadas en términos descriptivos fueron satisfactorias para las emociones positivas y las emociones negativas, siendo emociones positivas las que alcanzaron la mayor intensidad (ver tabla IV.1 en el capítulo IV más adelante). En cuanto a la fiabilidad interna del cuestionario correspondiente al estudio diagnóstico, los valores alfa de Cronbach para las emociones positivas y emociones negativas fueron suficientes y satisfactorios (ver tabla III.13).

Tabla III.13

Fiabilidad del cuestionario según el tipo de emoción y la dimensión de análisis en el estudio diagnóstico

Tipo de emoción	Alfa de Cronbach				
	Asignatura	Contenidos	Metodología	Profesora	Clima de aula
Positivas	,84	,80	,86	,73	,79
Negativas	,82	,86	,90	,89	,87

Nota: Fuente: Elaboración propia.

En tercer lugar, se realizaron leves modificaciones al instrumento C-0-E, específicamente, sustituimos las variables *contenido* por *satisfacción*, *afinidad* por *aceptación*, *gozo* por *bienestar* y *abatimiento* por *aburrimiento* debido a que los participantes se mostraron inseguros acerca del significado de esas emociones.

La versión final del cuestionario (C-1-E) (ver anexo 3) se validó utilizando una muestra de 185 estudiantes que conformaban los cuatro grupos (T1, T2, T3 y T5) de la asignatura. En ese estudio multivariante, se registraron propiedades psicométricas óptimas para las emociones positivas y emociones negativas (ver tabla IV.20 del capítulo IV). En esta validación se incrementó la fiabilidad y precisión de la escala Likert, reduciéndose a su vez el error de medida (ver tabla III.14).

También, los datos se sometieron a análisis factorial exploratorio, cuyo objetivo fue determinar la validez de constructo, basada en la estructura interna, en las cinco dimensiones de análisis. Esta validez considera si un constructo o modelo correlaciona con los resultados medidos por un instrumento que mide dicho constructo (Fischer, Boone, Neumann, 2014). Así, se establece la cantidad de factores que subyacen a los ítems y las saturaciones correspondientes a cada uno en el instrumento.

Tabla III.14

Fiabilidad del cuestionario según el tipo de emoción y la dimensión de análisis en el estudio multivariante

Tipo de emoción	Alfa de Cronbach				
	Asignatura	Contenidos	Metodología	Profesora	Clima de aula
Positivas	,75	,77	,80	,77	,81
Negativas	,83	,85	,87	,88	,88

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Partiendo de la totalidad de las puntuaciones de la muestra en las cinco dimensiones, se calcularon las matrices de correlaciones entre las variables y se halló la existencia de multicolinealidad. En consecuencia, se observaron en total 416 correlaciones bivariadas, considerando el coeficiente *r* de Pearson en los niveles de significación estadística $p=,001$ y $p=,05$. Además, los resultados en las pruebas de adecuación muestral Kaiser Meyer Olkin (KMO) y esfericidad de Barlett (X^2) son significativos ($p=,000$), por lo cual brindan oportunidad para realizar dicha factorización en todas las dimensiones (ver tabla III.15).

Tabla III.15

Validación de las escalas Likert en el estudio multivariante en función de las dimensiones de análisis

Dimensión	Correlaciones bivariadas	KMO	X^2	Identidad Factores	% Varianza acumulada	VM	FC
Asignatura	156	,850	969,25	Frustración Satisfacción Tranquilidad	60,0	,50	,93
Contenidos científicos	47	,862	1015,2	Temor Satisfacción Aburrimiento	60,0	,50	,90
Metodología indagatoria	59	,885	1151,6	Temor Entusiasmo Tranquilidad	62,3	,51	,94
Profesor	78	,906	1205,3	Frustración Entusiasmo Asombro	62,9	,53	,94
Clima de aula	76	,887	1193,96	Temor Bienestar Asombro	63,9	,58	,95

Nota: KMO: Kaiser Meyer Olkin, X^2 : Chi cuadrado, VM: Varianza Media Extraída, FC: Fiabilidad Compuesta. Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, la extracción de los factores latentes se realizó empleando el método por componentes principales; todas las variables presentaron suficientes niveles de comunalidad en las cinco dimensiones. La factorización fue capaz de explicar más del 50,0% de variabilidad en cada variable y dimensión. Respecto al número de factores a extraer se consideraron tres criterios: raíz latente, porcentaje acumulado de varianza explicada próximo al 60,0% y contraste de sedimentación. Se rotaron los factores a través del método Varimax con normalización Kaiser y se interpretó una estructura factorial constituida por tres factores en cada dimensión.

Tomando en cuenta la relación entre potencia estadística y tamaño muestral mayor a 150 sujetos, los tres factores en cada dimensión presentan cargas factoriales $\geq,45$. 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) en todas las dimensiones, la mayoría por encima de los valores recomendados (VME=,50 y FC=,70) (Fornell y Larcker, 1981). Como señalan Lévy-Mangin y Varela (2006), “un nivel aceptable de FC podría equivaler a 0,70, si bien 0,80 sería ya un nivel más adecuado” (p.331).

En consecuencia, los resultados derivados de estas validaciones ofrecen respaldo metodológico y rigor estadístico suficiente que permiten justificar la aplicación del cuestionario en los momentos antes, durante y después de la intervención en el grupo T1. Más adelante, en el capítulo IV se desarrollan ampliamente los análisis de resultados obtenidos en esta validación para cada dimensión.

Cabe recalcar que el foco del análisis factorial exploratorio se centró en buscar factores o relaciones subyacentes mas no en la construcción de escalas. Dada la amplitud de información no se profundiza en dichas relaciones pero se propone como líneas futuras de investigación.

III.7.3. Procedimiento de recolección de los datos mediante el cuestionario

La validación y aplicación de la versión preliminar del cuestionario C-0-E (prueba piloto) se realizó de manera individual, transcurrida la primera hora correspondiente a la segunda clase de la asignatura el 28 de setiembre de 2016. La administración del instrumento en el grupo T1 se realizó en un tiempo aproximado de 15 minutos con las instrucciones previamente indicadas de forma oral y escrita. Seguidamente, los estudiantes brindaron sus apreciaciones a la profesora en cuanto a la estructura, comprensión de los ítems y significado de las emociones.

Para el estudio multivariante (validación antes de la intervención), los dos profesores de los grupos T2, T3 y T5 colaboraron en la puesta a punto del cuestionario, en coordinación con el investigador principal quien estuvo presente en todo momento por si surgía alguna duda en torno a la comprensión de los ítems. En ese momento, se procedió a la aplicación del cuestionario en condiciones similares a la prueba piloto, en la primera semana de octubre de 2016.

Más adelante, en el estudio longitudinal se procede de manera similar en las clases del grupo T1 el 22 de diciembre de 2016 y el 31 de enero de 2017, en consonancia con los momentos durante y después de la intervención correspondientemente. Todos los sujetos aceptaron participar en el estudio, fueron informados acerca del objetivo y dispusieron del tiempo suficiente para leer y completar el cuestionario. Finalmente, se confirmó el anonimato y la confidencialidad de sus respuestas.

III.7.4. La entrevista

La entrevista sobre las emociones de los estudiantes pretende ampliar la interpretación de los resultados derivados del cuestionario, a partir del análisis de la reflexión de la formadora, la cual es de tipo interrogativo orientada a la declaración de concepciones (Vázquez-Bernal et al., 2009, 2013). Se llevó a cabo una **entrevista semiestructurada** (Flick, 2004) a la formadora para analizar la interacción de las emociones en la práctica de aula desde el marco del modelo de conocimiento profesional del profesorado (Gess-Newsome, 2015), distinguir causas del cambio de las emociones e identificar obstáculos para la mejora de la formación inicial.

Durante el diseño y la realización de la entrevista se cumplieron los criterios de especificidad, amplitud, profundidad y contexto personal (Flick, 2004). En este sentido, se incluyeron preguntas bastante explícitas para asegurar claridad, cubrir todo el foco temático y permitir a la entrevistada la inclusión de temas por su propia iniciativa. En cuanto al diseño de la entrevista, se consultaron algunos estudios previos (Alvarado et al., 2015; Bellocchi et al., 2014, Gess-Newsome, 2015; Gess-Newsome et al., 2017; Kirschner et al., 2016; Loughran et al., 2012; Melo et al., 2017; Osborne, 2014; Rivero et al., 2017a, 2017b; Zembal-Saul, 2009) que permitieron ubicar los ítems en los siguientes ámbitos: a) bases del conocimiento profesional del profesor (TPKB) (ítems 1 a 8), b) conocimiento profesional de los tópicos específicos (TSPK) (ítems 9 a 14), c) amplificadores y filtros del profesor (ítems 15 a 18), d) amplificadores y filtros del alumnado (ítem 19) y e) resultados del alumnado (ítem 20) (ver anexo 4).

La entrevista fue validada por dos expertos en Didáctica de las Ciencias Experimentales quienes brindaron recomendaciones sobre la estructura y el contenido del guión para asegurar validez. El investigador principal procedió a la realización de la entrevista a la formadora, informándole previamente acerca del objetivo del estudio, el anonimato y la confidencialidad de las respuestas. Simultáneamente, se procedió a la grabación en audio de los datos verbales. Más adelante, se emprendió personalmente la transcripción en texto mecanografiado, asegurando precisión en cada una de las palabras emitidas y entonación (ver anexo 5).

III.7.5. La observación participante

La observación en el aula tiene como objetivo contrastar la reflexión de la formadora en torno a la interacción de las emociones en la práctica de enseñanza. De acuerdo con Massot, Dorio y Sabariego (2014), "la observación participante consiste en observar al mismo tiempo que se participa en las actividades propias del grupo que se está investigando" (p. 332), lo cual permite la interpretación de la realidad desde una perspectiva holística. En este sentido, el doctorando al asumir el rol de observador convive, acompaña y se compromete en todas las actividades cotidianas que realiza el grupo con la guía de la formadora, integrándose de forma natural en el contexto formativo, encubriendo su estatus para aproximarse a los integrantes y sin causar interferencia en el desarrollo de las lecciones.

A lo largo del proceso se utilizó un diario en formato físico y electrónico como sistema de registro narrativo, en el que se incluyen las notas de campo y los significados de las experiencias desde la perspectiva del propio investigador (ver anexo 6). Para ello, se prestó atención a los principales acontecimientos relacionados con las dimensiones *asignatura*, *contenidos científicos*, *metodología indagatoria*, *profesora* y *clima de aula*, especialmente en aspectos relacionados con las relaciones afectivas entre formadora y estudiantes, la utilización de estrategias de regulación emocional, la generación de un clima de seguridad y confianza, para lo cual se tomó notas conforme sucedían las interacciones. El proceso se llevó a cabo dos veces a la semana, desde el comienzo hasta la última etapa del cuatrimestre. Finalmente, los datos de la observación se cruzaron con los derivados del cuestionario y entrevista para determinar la relación entre ellos.

III.8. Técnicas de análisis de los datos

En este subapartado se presentan las técnicas de análisis de los datos recolectados, a través de la organización y el tratamiento para la explicación, descripción e interpretación del cambio de las emociones experimentadas por estudiantes, con miras a decidir si las hipótesis se confirman o se rechazan, sin pretender llegar a la generalización de los resultados. A continuación, se presentan los procedimientos correspondientes a los análisis descriptivos e inferenciales en las dimensiones *asignatura*, *contenidos científicos*, *metodología indagatoria*, *profesor(a)* y *clima de aula* en coherencia con los estudios diagnóstico, multivariante y longitudinal.

Estudio descriptivo, exploratorio y correlacional

El vaciado y análisis estadístico de los datos se llevó a cabo a través del paquete informático SPSS (Statistical Package for Social Science) para Windows, versión 23.0 (IBM SPSS Statistics for Windows, 2016) tanto en el estudio exploratorio (diagnóstico o prueba piloto) como en los demás. En primera instancia, se realizó el análisis descriptivo exploratorio de las puntuaciones (N=53 estudiantes) mediante las medidas de tendencia central (media, mediana y moda), variabilidad (desviación estándar y varianza), dispersión (asimetría y curtosis) y fiabilidad (alfa de Cronbach) con el propósito de evaluar las propiedades psicométricas del cuestionario.

En segundo lugar, se efectuó el análisis de las frecuencias absolutas y relativas para cada ítem acompañados de la elaboración de las tablas de frecuencias y las representaciones gráficas. En tercer lugar, se realizó la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov (K-S) en todas las variables y dimensiones para determinar si la muestra provenía de una población con distribución normal. En esta prueba de bondad de ajuste se empleó un nivel de confianza del 95,0% (significación $p < ,05$). Finalmente, se llevó a cabo la prueba no paramétrica de correlación de Spearman para determinar el grado de asociación entre las variables en las cinco dimensiones de análisis, empleando niveles de confianza del 95,0% y 99,0% ($p < ,05$; $p < ,01$).

Estudio descriptivo, transversal, multivariante y comparativo

En primer lugar, se realizó un análisis exploratorio de los datos a partir de la totalidad de las puntuaciones de la muestra (N=185 estudiantes) para evaluar su calidad, observar la forma de las distribuciones de los datos en cada variable y dimensión, determinar las medidas de tendencia central, variabilidad, dispersión, fiabilidad y frecuencias. Seguidamente, se llevó a cabo el análisis de normalidad (prueba K-S) a través del cálculo de las significancias en todas las variables y dimensiones al 95,0% de confianza ($p < ,05$).

Posteriormente, se aplicó análisis factorial exploratorio para determinar la validez del instrumento, para lo cual, partiendo de los datos se calculó la matriz de correlaciones, se extrajeron y rotaron los factores y se calcularon las puntuaciones factoriales. Finalmente, a partir de los factores rotados, se realizó el cálculo de la Varianza Media Extraída y la Fiabilidad Compuesta, utilizando para ello una herramienta de Microsoft Excel® estandarizada de acceso abierto, disponible en el sitio web de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Zaragoza (España).

Por otra parte, con el propósito de contrastar las hipótesis, se empleó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para dos muestras no relacionadas, a fin de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en las variables en función del sexo (67 varones y 118 mujeres). Finalmente, se estimó el error tipo II (β), la potencia estadística mediante prueba de una cola (Aaron y Aaron, 2001) y el tamaño del efecto sobre las diferencias significativas y no significativas en cada variable y dimensión.

La potencia se calculó mediante el sistema electrónico *Calculators DSS Research* de acceso abierto. Se introdujeron manualmente las medias, desviaciones estándar y tamaños muestrales para el conjunto masculino y femenino. Para este estudio, se incorporaron en el sistema aproximadamente 420 medidas y se obtuvieron 70 valores de potencia estadística (14 en cada dimensión, es decir, uno en cada variable). El análisis de potencia estadística se llevó a cabo empleando un intervalo de confianza del 95,0% ($p < ,05$). En cuanto al error tipo II (β), el cálculo se realizó considerando la diferencia entre 100 y la potencia estadística, obteniendo en total 70 valores.

El efecto sobre la U de Mann-Whitney se consiguió a partir del cálculo de la probabilidad de superioridad. En otras palabras, el tamaño del efecto es el cociente de la división entre el estadístico U y el producto del tamaño de las dos muestras (Ventura-León, 2016). Para ello se utilizó una plantilla tabulada de Microsoft Excel® de elaboración propia.

Estudio descriptivo, longitudinal, multivariante y comparativo

Este estudio tiene como propósito describir el cambio de las emociones que experimentan los estudiantes en el transcurso de la intervención. En primera instancia, se llevaron a cabo los análisis

descriptivos (medidas de tendencia central, variabilidad, dispersión y fiabilidad), los análisis de frecuencias y la aplicación de la prueba no paramétrica K-S al 95,0% de confianza ($p < ,05$) para las catorce variables en las cinco dimensiones, en función del momento **antes** (N=57 estudiantes: 18 varones, 39 mujeres), **durante** (N=54 estudiantes: 18 varones, 36 mujeres) y **después** (N=59 estudiantes: 19 varones, 40 mujeres) de la intervención.

Seguidamente, para conocer la existencia de diferencias estadísticas significativas en función del género –en correspondencia con cada momento– se empleó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para dos muestras independientes, considerando un nivel de confianza del 95,0% ($p < ,05$). De esta manera, el estudio longitudinal incluye tres sub-estudios basados en dichos momentos.

Posteriormente, se procede a la realización de quince análisis factoriales exploratorios con el propósito de evaluar el cambio en la estructura factorial en función del momento de la intervención. En otras palabras, se llevó a cabo un análisis factorial para cada momento y dimensión. Estos análisis incluyen el cálculo de la matriz de correlaciones, las pruebas de esfericidad de Barlett y Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), la rotación por el Método de Componentes Principales, la extracción de los factores con Normalización Kaiser, la identificación de los factores, asimismo el cálculo de las puntuaciones factoriales, la Varianza Media Extraída y la Fiabilidad Compuesta.

Más adelante, se llevó a cabo la homogenización de la muestra considerando el criterio de igualdad en la proporción de varones y mujeres, en correspondencia con los tres momentos, a fin de someter los datos a análisis inferencial intergrupo. En consecuencia, este estudio se realizó con una muestra equivalente a 54 estudiantes (18 varones y 36 mujeres).

Puesto que los datos carecen de normalidad (p -valor=,000), se aplicó la prueba inferencial no paramétrica H de Kruskal Wallis para tres muestras no relacionadas al 95,0% de confianza ($p < ,05$) (N=162), a fin de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los momentos antes, durante y después de la intervención, a partir del cálculo de las significancias o errores tipo I (α). Con el objeto de identificar los pares de momentos en los que existen tales diferencias (la detección de los cambios significativos de las emociones), se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para dos muestras no relacionadas (N=108) en todas las variables que constituyen las cinco dimensiones.

Seguidamente, se estimó el error tipo II (β), la potencia estadística mediante prueba de una cola y el tamaño del efecto sobre las diferencias significativas y no significativas para evaluar la intervención. Para el cálculo de la potencia estadística, se introdujeron manualmente en el sistema Calculators aproximadamente 1260 valores correspondientes a las medias, desviaciones típicas y tamaños de muestras correspondientes a las cinco dimensiones, obteniendo 210 valores de potencia.

El efecto sobre la U de Mann-Whitney se obtuvo a partir del cálculo de la probabilidad de superioridad. El procesamiento de datos correspondiente al tamaño del efecto sobre la H de

Kruskal Wallis se realizó mediante el coeficiente épsilon al cuadrado (E^2_R) o eta-cuadrado (Ventura-León, 2017) utilizando una plantilla tabulada de Microsoft Excel® de elaboración propia.

Seguidamente, se realizó el análisis inferencial comparativo entre las emociones positivas y las emociones negativas que experimentan los varones y las mujeres antes, durante y después de la intervención a partir del empleo de la prueba U de Mann-Whitney al 95% de confianza ($p < .05$), cuyo objetivo es determinar la existencia de diferencias estadísticas significativas. De la misma manera, se calculó el error tipo II (β), la potencia estadística y el tamaño del efecto.

Para finalizar, se incorpora un sub-estudio descriptivo que recoge las medias y desviaciones típicas resultantes de los tres momentos, a fin de determinar el cambio de las emociones positivas y emociones negativas hacia las cinco dimensiones. El análisis gráfico permite identificar las variables que a lo largo de la intervención asumen un patrón de incremento, merma o constancia en la intensidad.

III.9. Descripción del sistema de categorías para el análisis de la información

Para el análisis de la reflexión interrogativa de la formadora, establecemos un sistema de categorías como instrumento de segundo orden que permite analizar la interacción de las emociones en la práctica de aula y la identificación de obstáculos para la mejora de la formación inicial, a partir del **Modelo de conocimiento profesional del profesorado y habilidad incluyendo CDC** (Gess-Newsome, 2015), coherente con unos niveles de complejidad que se representan en la **Hipótesis de la Complejidad** (Vázquez-Bernal et al., 2012). Ambas aportaciones teóricas proporcionan una lente para la interpretación de la realidad percibida por la formadora y el investigador, quien también actúa como observador participante en la investigación.

Este sistema está construido a partir de la revisión de la literatura científica que incluye las investigaciones publicadas como capítulos de libro o artículos en revistas especializadas, así como los temas presentes en la entrevista y los registros de observación. Se organiza de forma descendente en coherencia con la disposición jerárquica de los ámbitos que interaccionan en el modelo (**bases del conocimiento profesional del profesor, conocimiento profesional de los tópicos específicos, amplificadores y filtros del profesor, práctica de aula, amplificadores, filtros y resultados de los estudiantes**). Así, está constituido por catorce categorías y 38 subcategorías asociadas a los seis ámbitos (ver figura III.12 y cuadro III.3). Debido a la extensión de la Tesis no se justifica qué dicen exactamente los autores, pero se realizará su prolongación en futuras publicaciones. Este sistema es una aproximación inicial con carácter tentativo.

En cada subcategoría se presentan al menos tres ideas analíticas con un grado de complejidad creciente en la propia reflexión a las que hace referencia a la **dimensión técnica, práctica y crítica** de la Hipótesis de la Complejidad. Para Vázquez-Bernal et al. (2006), el nivel de partida que corresponde a la *dimensión técnica* se caracteriza por la presencia de rutinas, esquemas de acción autoconsciente y obstáculos que dificultan el desarrollo profesional; los niveles intermedios asociados a la *dimensión técnica* consisten en la resolución de problemas prácticos que orientan a la reflexión; y finalmente, el nivel de referencia corresponde a la *dimensión crítica* donde los problemas prácticos se vuelven más complejos, trasciende al aula aportándole un aspecto social, colectivo, grupal y transformador que la práctica no posee.

Entonces, los descriptores se corresponden con un código constituido por la inicial T, P o C, seguido de tres letras arbitrarias que representan los conceptos inmersos en su correspondiente subcategoría. Por ejemplo, en la subcategoría “objeto de la evaluación”, el código PSUB corresponde a la dimensión práctica y hace referencia al carácter subjetivo que le distingue. De esta forma, se incluyen 180 códigos diferentes (70 técnicos, 59 prácticos y 51 críticos) (ver tabla III.16). De acuerdo con Gibbs (2012), los códigos proporcionan un foco para pensar sobre el texto y su interpretación. Por tanto, presentamos un nivel de codificación guiado por los conceptos, con carácter integrador, centrado en las categorías, más analítico y teórico, cuyas ideas temáticas se han extraído de las publicaciones previas y repasando la transcripción de la entrevista.

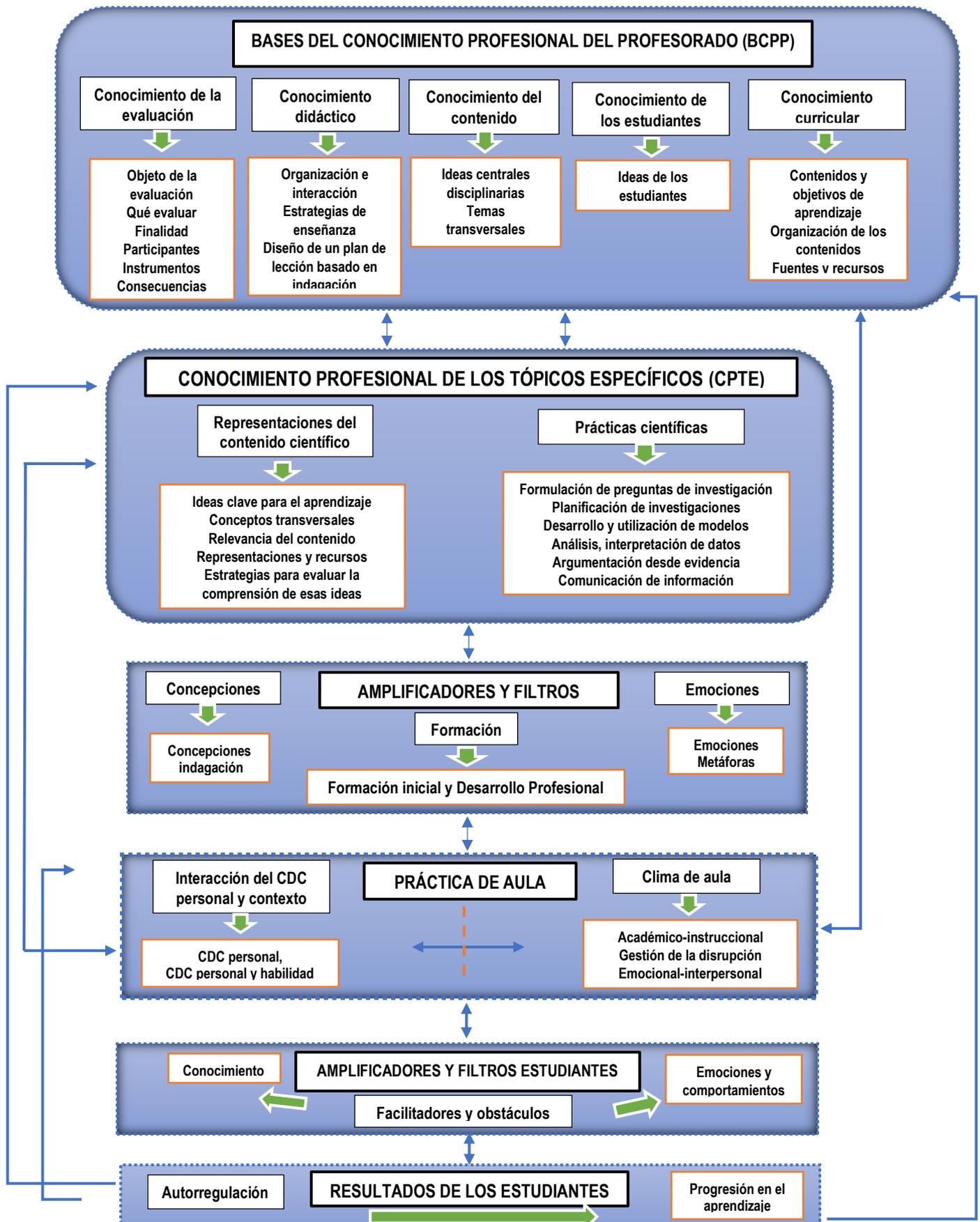


Figura III.12. Modelo de conocimiento profesional y habilidad incluyendo CDC. Fuente: Elaboración propia a partir de Gess-Newsome (2015).

Marco de referencia: Modelo de conocimiento profesional y habilidad incluyendo CDC e influencia sobre la práctica de aula y los resultados de aprendizaje. Sistema de categorías para el análisis de la reflexión. Fuente: Elaboración propia.					
Ámbitos	Categorías	Subcategorías	Descriptorios	Códigos	Referencias
Bases del conocimiento profesional del profesor (BCPP)	Conocimiento de la evaluación	Objeto de la evaluación	DT: Se fundamenta en la medición de los aprendizajes a través de la objetividad, justicia, fiabilidad y precisión de los instrumentos.	TOBJ	Carlson y Gess-Newsome (2013), García-Rodríguez (2014), Magnusson, Krajcik y Borko (1999), Rivero et al. (2017a y 2017b), Vázquez-Bernal et al. (2009, 2013, 2016).
			DP: Factores como la relación entre la calificación y el prejuicio que ésta posee respecto a la capacidad del alumnado, justificado en el conocimiento previo de las características particulares inciden en la subjetividad de la evaluación.	PSUB	
			DC: Se analiza el desarrollo cognitivo y emocional del alumnado, el profesor y la intervención. Actúa como elemento regulador y de transformación colectiva para un aprendizaje significativo y reflexivo.	CDES, CREG	
		Qué evaluar	DT: Se evalúa la comprensión de contenidos científicos conceptuales , enfocándose en la medición del nivel alcanzado por los estudiantes respecto a los objetivos preestablecidos.	TCON	
			DP: Evaluación de conceptos junto con procedimientos (habilidades y destrezas).	PPRO	
			DC: Se evalúa el desarrollo de la competencia científica a través de la integración entre los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, en torno al trabajo práctico y grupal basado en problemas del contexto cotidiano.	CCIE	
		Finalidad de la evaluación	DT: La evaluación asume un valor decisivo como componente calificador, clasificador, discriminatorio y sancionador en la promoción del alumnado.	TSAN	
			DP: La evaluación es sumativa y finalista, aunque intenta ser procesual.	PSUM	
			DC: La evaluación es diagnóstica, formativa y continua contribuyendo en la comprensión de la complejidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en un grupo particular.	CFOR	
		Participantes en la evaluación	DT: El profesor es el único interventor del proceso de evaluación. Es decir, los estudiantes no intervienen en la evaluación de las actividades de la clase.	TINT	
			DP: Los estudiantes autoevalúan su desempeño y la asignatura proponiendo aspectos de mejora.	PAUT	
			DC: Se consensua la evaluación mediante un acuerdo didáctico y se realiza coevaluación del desempeño entre pares y profesorado como mecanismo asociado a un mayor nivel de complejidad.	CCOE	
		Instrumentos de evaluación	DT: El examen escrito como prueba final es el instrumento de mayor fiabilidad y utilización exclusiva.	TEXA	
			DP: Utilización de amplia diversidad de actividades, métodos, técnicas e instrumentos para evaluar a los estudiantes, el profesorado y proceso de intervención.	PDIV	
			DC: Producción colectiva de los estudiantes fundamentada en colaboración, metacognición, autorregulación y autoevaluación.	CAUT	
		Consecuencias de la evaluación	DT: La sistematización de las evidencias y resultados supone un trabajo burocrático para el docente pues supone un registro estricto de todo lo que se realiza en la clase.	TBUR	
			DP: Utilización continua de los resultados de la evaluación del proceso y producto para la mejora de las intervenciones y la atención a las necesidades particulares de los estudiantes.	PMEJ	
			DC: La evaluación como experiencia social de aprendizaje y desarrollo para todos los implicados.	CEXP	

Cuadro III.3. Sistema de categorías para el análisis de la reflexión. Fuente: elaboración propia.

Marco de referencia: Modelo de conocimiento profesional y habilidad incluyendo CDC e influencia sobre la práctica de aula y los resultados de aprendizaje. Sistema de categorías para el análisis de la reflexión. Fuente: Elaboración propia.					
Ámbitos	Categorías	Subcategorías	Descriptorios	Códigos	Referencias
Bases del conocimiento profesional del profesor (BCPP)	Conocimiento didáctico	Organización e interacción en el aula	DT: Disposición tradicionalista del aula donde se establecen relaciones verticales y unidireccionales.	TUNI	García-Prieto y Gómez-Hurtado (2014).
			DP: Se trata el aula como espacio social de negociación e intercambio cognitivo entre profesor y estudiantes, estableciéndose relaciones horizontales, bidireccionales y cercanas.	PBID	
			DC: El espacio de la clase es un escenario social de intercambio dinámico de emociones, conocimientos y experiencias donde se establecen interacciones personales multidireccionales.	CMUL	
			DC: El aula se concibe como un lugar de encuentro con los otros, con carácter transformador que sugiere acciones, un espacio acogedor y con identidad propia, cuyas características posibilitan la atención a la diversidad, la conformación de agrupamientos y la metodología de investigación escolar.	CENC	
		Estrategias de enseñanza basadas en las necesidades de los estudiantes	DT: Presencia de un currículum único y prescriptivo cuyas estrategias didácticas son genéricas para todo el alumnado sin considerar sus necesidades educativas.	TGEN	Gómez-Hurtado (2014), Vidal, Yebra y Membrela (2017).
			DP: Transición de un currículum prescriptivo y obligatorio a un currículum común que permite ser adaptado, teniendo en cuenta las características y necesidades individuales del alumnado y contexto. Tanto la metodología como la evaluación están abiertas a diferentes estrategias didácticas.	PADA	
			DC: Se atiende a la diversidad e inclusión a través de múltiples estrategias metodológicas y de organización del aula, tales como trabajo cooperativo, tutoría o apoyo con agrupamientos flexibles. Así, los estudiantes de bajo rendimiento académico pueden completar trabajos complejos como proyectos de indagación.	CDIV CBAJ	
		Diseño de un plan de lección basado en la indagación escolar	DT: Concepción de la indagación como un quehacer práctico en el laboratorio y descontextualizado .	TLAB, TDES	Rivero et al. (2017b), Toma, Greca y Meneses-Villagrà (2017).
			DT: Visión activista de la indagación que se enfoca en la realización de actividades prácticas por parte del alumnado.	TACT	
			DT: Visión técnica en la que las fases del ciclo de aprendizaje emulan el método científico.	TTEC	
	DT: Dificultad en el planteamiento de unidades didácticas que permitan retomar las ideas de los estudiantes para modificarlas y hacerlas progresar a niveles de mayor complejidad evolutiva.		TIDE		
	DT: Escasez de conocimientos científicos en el diseño de la propuesta.		TCIE		
	DT: Ausencia de estructuración clara y coherente en las actividades y temporalización.		TEST		
	DT: Poca congruencia entre los objetivos y las actividades.		TCNG		
	DT: Evaluaciones no coherentes con la metodología indagatoria.		TEVA		
	DT: Poca flexibilidad en la propuesta. El estudiante asume un rol pasivo pues se limita a realizar las actividades y experimentos diseñados por el profesor.		TFLE, TPAS		
	DT: Escasa transferencia de las indagaciones a otros contextos o problemas.	TTRA	Cañal et al. (2005), Retana-Alvarado y Vázquez-Bernal (2016a y 2016b).		
	DP: Selección de un objeto de estudio, análisis de su relevancia y viabilidad, recolección de preguntas, estructuración en una secuencia coherente y organizada y estudio de los conocimientos científicos del currículum asociados a la unidad.	POBJ, PREL, PPRE, PEST, PCIE			

Marco de referencia: Modelo de conocimiento profesional y habilidad incluyendo CDC e influencia sobre la práctica de aula y los resultados de aprendizaje. Sistema de categorías para el análisis de la reflexión. Fuente: Elaboración propia.										
Ámbitos	Categorías	Subcategorías	Descriptorios	Códigos	Referencias					
Bases del conocimiento profesional del profesor (BCPP)	Conocimiento didáctico	Diseño de un plan de lección basado en la indagación escolar (<i>continuación...</i>)	DC: Identificación de los niveles de progresión o complejidad de las ideas de los estudiantes, elaboración de un plan de trabajo que incluye actividades de iniciación, planificación, búsqueda de información, estructuración y reflexión.	CCOM, CPLA	Cañal et al. (2005), Retana-Alvarado y Vázquez-Bernal (2016a y 2016b).					
			DC: El profesorado busca, diseña y adecúa materiales. Realiza un estudio sobre las necesidades organizativas del grupo y de los problemas potenciales. Determina los criterios e instrumentos de evaluación individual y colectivo.	CMAT, CENO, CEVA						
	Conocimiento científico	Ideas centrales disciplinarias		DT: Presencia de concepciones positivistas y empiristas: El conocimiento científico surge de la observación y experimentación; existe un único método científico; la ciencia es infalible, objetiva y procesual; visión descontextualizada de la ciencia.	TOBS, TMET, TINF, TDCC	Escrivà-Colomar y Rivero-García (2017), Jara, Cuetos y Serna (2015), Lederman, Abd-El-Khalick, Bell y Schwartz (2002)				
				DP: Existen diversos métodos para la construcción del conocimiento científico.	PCCC					
				DP: El conocimiento científico es fiable y provisional.	PFIA					
				DP: El conocimiento científico es subjetivo.	PSUV					
				DC: La interacción entre el conocimiento científico, la tecnología y la sociedad como herramienta democrática para la transformación a partir de la toma de decisiones con responsabilidad. La ciencia es de todos.	CCTS					
				Temas transversales				DT: La inclusión de los temas transversales se ejecuta como complemento de las áreas del currículo mediante la incorporación de actividades aisladas.	TCOM	Pujol (2007)
								DP: Integración de contenidos de un área, tomando como eje organizador el tema transversal.	PEJE	
								DP: Integración de los temas transversales en las áreas curriculares, cuyo punto de partida considera las ideas, sentimientos y acciones de los estudiantes en relación con una temática.	PSEN	
								DC: Integración totalmente fusionada de los temas transversales en las áreas curriculares, trasciende al aula, formando parte de la vida del centro educativo.	CFUS	
				Conocimiento de los estudiantes	Ideas de los estudiantes			DT: Exploración de las ideas acerca de lo que recuerdan que les han explicado o leído en el libro de texto.	TREC	Rivero et al. (2017a)
	DP: Se exploran las ideas de los estudiantes a través del uso de situaciones en las que manifiesten lo que piensan para hacerlas progresar, analizando los razonamientos y obstáculos.	PSIT								
	DC: Las ideas de los estudiantes se convierten en acciones de transformación social en sus contextos cotidianos.	CTRA								
	Conocimiento curricular	Contenidos y objetivos de aprendizaje		DT: El currículum es estructurado, desbordado de contenidos y obsoleto en algunos casos.	TCOB	Melo, Cañada, Mellado y Buitrago (2016)				
				DT: El profesor aborda en la enseñanza únicamente contenidos y objetivos conceptuales.	TCOC					
				DP: Se trabajan tanto contenidos y objetivos de naturaleza conceptual como procedimental.	PCOP					
				DC: Se trabajan contenidos y objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales de manera integrada para la resolución de problemas sociales que trascienden al aula.	CCPA					
		Organización de los contenidos			DT: Los contenidos se organizan de manera secuencial.		TSEC			
					DP: Relación con otros contenidos.		PREC			
					DC: Contextualización de los contenidos.		CCON			
		Fuentes y recursos			DT: Uso del libro de texto como recurso preponderante.		TLIB			
					DT: Las intervenciones de los estudiantes ocurren por requerimiento del profesor.		TINE			
DT: El profesor aporta la mayor parte de la información mediante explicaciones y preguntas.					TPRO					
DP: Tanto el profesor como los estudiantes aportan información a través del diálogo.					PEPI					
DC: Integración de los conocimientos de los estudiantes, el profesor y diversidad de recursos para el estudio de un tema particular en la enseñanza con implicaciones sociales.					CEPR					

Marco de referencia: Modelo de conocimiento profesional y habilidad incluyendo CDC e influencia sobre la práctica de aula y los resultados de aprendizaje. Sistema de categorías para el análisis de la reflexión. Fuente: Elaboración propia.							
Ámbitos	Categorías	Subcategorías	Descriptores	Códigos	Referencias		
Conocimiento profesional de los tópicos específicos (CPTe)	Representaciones del contenido científico (<i>ecosistema</i>), obstáculos y desarrollo en el alumnado	Ideas clave para el aprendizaje	DT: El concepto de sistema no lo tienen, no valoran su importancia. Les resulta difícil reconocer que en el ecosistema también existen componentes abióticos.	TNSI, TABIO	González García, Carrillo y García-Alix (2015), Jiménez-Aleixandre (2014), Loughran, Berry y Mullhall (2012), Sánchez y Pontes (2010).		
			DT: Comprensión del ecosistema como un sistema formado por biocenosis (seres vivos) y biotopo (materia inerte), prescindiendo del concepto de interacción. Concepción errónea del ecosistema como la suma de sus partes.	TSUM			
			DT: Los estudiantes consideran nicho ecológico y hábitat como sinónimos.	TNIC			
			DT: Los estudiantes perciben el medio desde una perspectiva antropocéntrica.	TANT			
			DP: El ecosistema se define como un sistema biológico no aislado, en el que una comunidad de organismos de diversas especies (biocenosis) se relacionan entre sí, y están sujetos a las características del medio que ocupan (biotopo), con el que también interactúan.	PSIS			
			DP: La alteración de algún elemento que conforma el ecosistema afecta el equilibrio.	PEQU			
			DP: El ecosistema se autorregula en el tiempo, tiene propiedades atribuibles a tal sistema, la organización se la confiere su estructura alimentaria que transfiere la materia y energía entre los organismos.	PATR, PPAS, PALI			
			DC: El ecosistema trasciende al ámbito social en el que asume un carácter transversal, integrador y formativo, a través de cuestiones sociocientíficas orientadas a la toma de decisiones basadas en principios éticos y la sensibilización acerca de las interacciones humanas con el medio y su conservación.	CSOC			
			Reconocimiento de conceptos transversales	DT: El grado de abstracción del modelo de flujo de energía en los ecosistemas es uno de los obstáculos epistemológicos principales.		TABS	Bravo Torija y Jiménez Aleixandre (2014), González García et al. (2015), Jiménez-Aleixandre (2014), Loughran et al. (2012).
				DT: Dificultad en la percepción del rol de la energía. Los estudiantes consideran que es algo que sólo requieren las plantas sin comprender la razón y les atribuyen cualidades humanas.		TENE	
	DT: Los estudiantes no reconocen el rol de las plantas en la transformación de la energía, poseen dificultad en el reconocimiento que son responsables de la producción de materia orgánica para la transferencia a los niveles superiores del ecosistema.	TPLA					
	DT: Dificultades para explicar por qué hay más plantas que animales herbívoros y más animales herbívoros que carnívoros (consecuencia de la disminución de energía).	TDIS					
	DT: Visión simplista de las relaciones tróficas con la idea de "quien como a quien" o solamente como relaciones "depredador-presa". La no comprensión de las flechas que conectan a los organismos en esos diagramas.	TSIM TFLC					
	DT: Dificultad en la construcción de representaciones de cadenas y redes tróficas. Representan las relaciones como cadenas y raramente como redes. Ignoran a los descomponedores y su rol.	TCCR TDCP					
	DP: Reconocimiento del rol de la energía para la comprensión de las interacciones entre los organismos en los ecosistemas y que estos se mantienen gracias a la energía procedente del sol.	PSOL					
	DP: Reconocimiento que los productores son la "puerta de entrada" de la energía al ecosistema gracias a la fotosíntesis.	PFOT					
	DP: Reconocimiento que la energía se encuentra contenida en la materia y puede ser utilizada por los seres vivos a través de la respiración celular.	PRES					

Marco de referencia: Modelo de conocimiento profesional y habilidad incluyendo CDC e influencia sobre la práctica de aula y los resultados de aprendizaje. Sistema de categorías para el análisis de la reflexión. Fuente: Elaboración propia.						
Ámbitos	Categorías	Subcategorías	Descriptores	Códigos	Referencias	
Conocimiento profesional de los tópicos específicos (CPE)	Representaciones del contenido científico (<i>ecosistema</i>), obstáculos y desarrollo en el alumnado	Reconocimiento de conceptos transversales (<i>continuación...</i>)	DP: La comprensión de redes alimentarias de un ecosistema implica identificar los niveles alimentarios; las conexiones entre ellos, el reconocimiento de que estas conexiones no son lineales (cadenas) sino ramificadas (redes); y la comprensión de que las relaciones no se establecen entre individuos sino entre poblaciones.	PNIV, PCOX, PPOB	Bravo Torija y Jiménez Aleixandre (2014), Jiménez-Aleixandre (2014), González García et al. (2015).	
			DC: Entender la dinámica de los ecosistemas y resolver problemas con situaciones contextualizadas a la vida real en escenarios fuera del aula mediante el uso de modelos de ecología, requiere la comprensión de conceptos como energía o consumidor, procesos y relaciones como el flujo de energía y el ciclo de materia.	CMOD		
		Relevancia del contenido para la enseñanza	DT: La percepción de los problemas ambientales relacionados con los ecosistemas por el alumnado es simplificadora y sesgada , sobre todo restringido a la contaminación.	TSIS	Jiménez Aleixandre (2014), Loughran et al. (2012), Retana-Alvarado et al. (2018), Zeidler (2014).	
			DT: Dificultad para aceptar la propia responsabilidad en los problemas del medio.	TRES		
			DP: Se reconoce la relevancia, las causas y consecuencias de otros problemas asociados a los ecosistemas desde una perspectiva teórica, asumiendo un papel pasivo en el planteamiento de soluciones.	PRCC		
			DC: Conocimientos científicos sobre ecosistema, habilidades, valores, actitudes y emociones se tienen en cuenta en el debate, discusión y resolución de los problemas originados por el impacto del ser humano sobre el ambiente, asumiendo de manera activa, indagadora y colaborativa diversos roles y perspectivas ambientales, sociales, económicas, políticas y culturales.	CACT		
		Estrategias didácticas, representaciones y recursos	Estrategias didácticas, representaciones y recursos	DT: En las aulas se presentan los contenidos sobre ecología y ecosistema de manera fragmentada , es decir, cada componente por separado para después aportar una panorámica general.	TFRA	Aguerri y Bravo-Torija (2017), Bravo Torija y Jiménez Aleixandre (2014), Loughran et al. (2012), Pujol (2007), Silva Arias y Jiménez-Pérez (2017).
				DT: Los libros de texto representan el ecosistema en imágenes como complemento informativo, identificando sus elementos, relaciones y procesos, aunque, también pueden reforzar las dificultades en el aprendizaje.	TIMA	
				DT: Ausencia de la argumentación y el uso de pruebas en la enseñanza del ecosistema.	TAAP	
				DP: Se trabajan los ecosistemas desde un ecosistema real.	PECO	
	DP: Se facilitan herramientas para que los estudiantes conecten la función de relación al modelo de ser vivo, al incluir mecanismos y procesos que les permita reconocer lo que sucede en el ecosistema.			PRSV		
	DP: Utilización de imágenes que integren el ciclo de la materia y el flujo de energía en situaciones cotidianas.			PIMA		
	DC: Utilización de estrategias didácticas específicas que permitan al estudiante transferir el conocimiento científico sobre el modelo de flujo de energía en aplicaciones a situaciones concretas en diversidad de contextos sociales y ecosistemas, sobre la base del conocimiento conceptual y el uso de pruebas.			CTSC		
	DC: Realización de actividades de argumentación y uso de pruebas que suministren variedad amplia de datos, mapas y gráficos para promover su interpretación y relación.			CDAT		
	DC: Participación colectiva en procesos de argumentación y decisiones en torno a cuestiones sociocientíficas.			CCSC		
	Estrategias para evaluar la comprensión sobre esas ideas			Estrategias para evaluar la comprensión sobre esas ideas	DT: Se evalúa la comprensión del alumnado sobre las relaciones dentro de los ecosistemas, así como el modelo de flujo de energía y materia a través de pruebas escritas .	
		DP: Los conocimientos, habilidades y actitudes que desarrolla el alumnado sobre el ecosistema son evaluados formativamente a través del empleo de rúbricas e hipótesis de progresión.	PHIP			
		DC: Evaluación reguladora del aprendizaje que considera el cambio conceptual, procedimental, actitudinal y emocional en el marco de actividades de indagación grupal utilizando diversidad de instrumentos.	CRGA			

Marco de referencia: Modelo de conocimiento profesional y habilidad incluyendo CDC e influencia sobre la práctica de aula y los resultados de aprendizaje. Sistema de categorías para el análisis de la reflexión. Fuente: Elaboración propia.							
Ámbitos	Categorías	Subcategorías	Descriptor	Códigos	Referencias		
Conocimiento profesional de los tópicos específicos (CPE)	Prácticas científicas	Identificación y formulación de preguntas de investigación	DT: Los estudiantes plantean preguntas no investigables que responden a partir de contenidos. El profesor plantea un problema al inicio de cada unidad temática.	TPNI	Ferrés-Gurt, Marbà y Sanmartí (2015), Ferrés-Gurt (2017), Osborne (2014), Sanmartí y Márquez (2012).		
			DP: Los estudiantes identifican preguntas apropiadas, coherentes con conceptos científicos y basadas en hechos, pero no concretan cuestiones que orienten la investigación.	PCUE			
			DC: Los estudiantes identifican con la ayuda del profesor las variables que participan en la situación planteada y formulan preguntas sobre éstas, sobre la base de la comprensión conceptual de las ideas científicas o el fenómeno, los conceptos procedimentales y que estas cuestiones pueden responderse a través del análisis de datos en búsqueda de soluciones para la transformación social.	PPAP			
		Planificación de investigaciones	DT: Respecto a la formulación de hipótesis, los estudiantes proponen predicciones que no tienen el formato de deducción.	CVIP		TPRE	Ferrés-Gurt et al. (2015), Osborne (2014).
			DT: Presentan dificultades en la identificación de variables y el diseño de experimentos.	TVDE			
			DP: Proponen un diseño metodológico que permite la comprobación de las hipótesis, aunque carece de réplicas y control.	PCRC			
			DC: Proponen un diseño metodológico que permite la comprobación de las hipótesis con la explicitación de réplicas y control para aportar soluciones a problemas sociocientíficos.	CREC			
		Desarrollo y utilización de modelos	DT: Los estudiantes manifiestan reduccionismo conceptual al centrar los contenidos en definiciones y conceptos.	TRCO	Martínez-Chico et al. (2015), Osborne (2014).		
			DP: Los estudiantes se cuestionan sus concepciones sobre el fenómeno en estudio.	PFEN			
			DC: Los estudiantes diseñan experiencias para la búsqueda de pruebas con las que contrastarlas y utilizan modelos para la explicación de los fenómenos cotidianos.	CBPM			
		Análisis, interpretación de datos y utilización del pensamiento matemático	DT: Los estudiantes tienen dificultades en el tratamiento matemático y gráfico de los datos recolectados.	TTMG	Ferrés-Gurt et al. (2015), Osborne (2014).		
			DP: Los estudiantes utilizan técnicas y procedimientos apropiados para el análisis de datos.	PTEC			
			DC: Los estudiantes justifican e interpretan datos a la luz de las ideas científicas, derivando implicaciones para la transformación social.	CINT			
		Argumentación desde la evidencia	DT: La evaluación de pruebas y elección de modelos está condicionada por las propias ideas alternativas de los estudiantes.	TIAL	Jiménez Aleixandre (2010), Osborne (2014).		
			DP: El estudiante aprende cómo se construye el conocimiento científico y desarrolla la competencia de usar pruebas.	PPRU			
			DC: El estudiante juzga la fiabilidad de enunciados presentes en situaciones cotidianas. Es decir, evalúa el conocimiento en base a las pruebas disponibles y formula argumentos para decisiones colectivas.	CARG			
		Obtención, evaluación y comunicación de información	DT: Dificultad de los estudiantes en la formulación de las conclusiones.	TCCS	Ferrés-Gurt et al. (2015), Osborne (2014).		
			DP: Los estudiantes realizan evaluación, lectura y escritura sobre los hallazgos de su investigación.	PELE			
			DC: Los estudiantes representan y comunican verbalmente a la sociedad, las conclusiones derivadas del proceso de investigación.	CRCV			

Marco de referencia: Modelo de conocimiento profesional y habilidad incluyendo CDC e influencia sobre la práctica de aula y los resultados de aprendizaje. Sistema de categorías para el análisis de la reflexión. Fuente: Elaboración propia.						
Ámbitos	Categorías	Subcategorías	Descriptor	Códigos	Referencias	
Amplificadores y filtros del profesor	Concepciones	Concepciones sobre la indagación	DT: En cuanto a la implementación de la indagación, el profesorado en ejercicio encuentra obstáculos como ausencia de materiales o falta de tiempo para desarrollar el plan de estudios.	TAMT	Abril, Romero, Quesada y García (2014)	
			DT: El profesorado relaciona el aprendizaje por investigación con actividades divertidas para los estudiantes, es decir, tiene un carácter más motivador que potenciador del aprendizaje.	TMOT		
			DP: El profesorado considera necesaria la actualización de sus metodologías docentes o los conocimientos sobre la materia a impartir y trabajar desde el planteamiento de problemas para desarrollar la competencia de aprender a aprender. El alumno asume un rol protagonista.	PACT, PAPA, PPTG		
			DC: El profesorado prepara materiales, incluye actividades de indagación en la programación didáctica, reflexiona sobre su implementación y transferencia a contextos que trascienden al aula.	CREF		
	Emociones	Emociones en la enseñanza	DT: Las emociones negativas del profesor se relacionan con el mal comportamiento de los estudiantes o la ausencia de disciplina en el aula, incrementando el riesgo del burnout.	TNEG	Frenzel (2014), Hagenauer et al. (2015), Hargreaves (1998), Shapiro (2010), Sutton y Harper (2009), Uitto et al. (2015).	
			DP: Las emociones positivas del profesor son esenciales para su propio bienestar y también pueden afectar el bienestar de los estudiantes, el clima de aula y el aprendizaje, por tanto, también dependen de las relaciones entre profesor-estudiante.	PPOS		
			DC: Los profesores autorregulan sus emociones a través de declaraciones de autoafirmación, utilizan un diario de enseñanza emocional, respiran profundamente, cambian los pensamientos asociados con emociones negativas intensas, se ejercitan o relajan al finalizar su jornada laboral, utilizan humor apropiado, realizan planeación preventiva para el día siguiente, en aras de la mejora del clima de aula.	CATR		
		Metáforas emocionales	DT: El profesor representa los roles del estudiante y docente en forma de metáforas transmisivas-conductistas.	TTCO	Mellado et al. (2014), Mellado et al. (2017).	
			DP: El profesor representa los roles del docente y estudiante en forma de metáforas cognitivas-constructivistas.	PCOG		
			DC: El profesor reflexiona sobre las metáforas para tomar consciencia de sus emociones y sentimientos, comprender, autorregular sus roles y emociones del grupo de estudiantes.	CMET		
		Formación del profesor	Formación inicial	DT: Los antecedentes escolares influyen en las concepciones, actitudes, emociones y roles sobre la ciencia, enseñanza y aprendizaje que podrían estimular modelos didácticos transmisivos.	TMDT	Brígido (2014), Jiménez-Pérez y Wamba (2004), Mellado y González (2000), Vázquez-Bernal et al. (2009).
				DP: El profesorado en formación tiene un conocimiento de sí mismo y aprende contenidos científicos y didácticos (generalidades y dificultades de enseñanza y aprendizaje) de forma integrada.	PCCD	
				DC: El profesor en formación reflexiona y reconstruye sus propias teorías personales en contextos sociales específicos como las prácticas de enseñanza.	CTEO	
	Desarrollo profesional		DT: Los profesores con bajo dominio del contenido científico evitan la enseñanza de temas que no dominan, tienen inseguridad y falta de confianza, dependencia del libro de texto y memorización de información, pueden fomentar emociones y actitudes negativas hacia la ciencia.	TBDC		
			DP: Los profesores tienen un conocimiento de sí mismo (emociones, actitudes, prácticas...).	PCSM		
DC: El profesorado como un profesional que reflexiona <i>sobre, para y en</i> la práctica, que se aleja de la aplicación de estrategias basadas en el ensayo-error, desarrolla un CDC personal y habilidad.			CCDC			

Marco de referencia: Modelo de conocimiento profesional y habilidad incluyendo CDC e influencia sobre la práctica de aula y los resultados de aprendizaje. Sistema de categorías para el análisis de la reflexión. Fuente: Elaboración propia.					
Ámbitos	Categorías	Subcategorías	Descriptores	Códigos	Referencias
Práctica de aula	Interacción del CDC personal y el contexto de aula	CDC personal (reflexión sobre la acción)	DT: El profesor planifica la enseñanza de los contenidos científicos desprovisto del conocimiento del contexto y las características particulares de los estudiantes (ideas alternativas, intereses, dificultades) así como de ausencia de diversidad de estrategias de enseñanza.	TCCC	Gess-Newsome (2015), Ritchie et al. (2013) Sutton y Harper (2009), Vázquez-Bernal (2007).
			DP: El profesor considera el contexto y las características del alumnado en el diseño de la lección.	PCOT	
			DC: El profesor plantea y reflexiona sobre la incorporación de estrategias de indagación escolar y de autorregulación de las emociones del grupo de estudiantes en la programación de la clase.	CREA	
		CDC personal y habilidad (reflexión en la acción)	DT: El profesor experimenta emociones negativas en la enseñanza debido a su dificultad para implementar la metodología indagatoria.	TINS	
			DP: El profesor desarrolla los contenidos y las actividades durante la enseñanza sin realizar adaptaciones al diseño preliminar.	PDES	
			DC: El profesor adapta el plan de lección a partir de las variables contextuales (espacio, tiempo y necesidades) a su vez que reflexiona en la acción para proporcionar apoyo afectivo, feedback y regulación emocional en el clima de aula.	CADA	
	Clima de aula	Clima académico-instruccional	DT: La ausencia de tarea, agrupamiento, autoridad, reconocimiento, evaluación y tiempo obstaculizan procesos como orientación hacia la tarea, motivación, aprendizaje y clima positivo.	TART	Alonso-Tapia y Fernández (2008), Evans et al. (2009), Gillen et al. (2011), Simón y Alonso-Tapia (2016).
			DP: El profesor utiliza diversidad de estrategias en las que aporta novedad y claridad de objetivos, retoma conocimientos previos, relaciona los temas, estimula la participación, brinda mensajes que motivan el aprendizaje, apoya la autonomía, actúa paso a paso a un ritmo adecuado, utiliza ejemplos y retroalimenta.	PDER	
			DC: El profesor utiliza -aparte de las anteriores- otras en las que utiliza elogios, mantiene equidad en el trato, considera el afecto y apoyo emocional a todos los estudiantes del grupo, realiza preguntas sobre cómo están, cómo se sienten, entre otras.	CAFE	
		Clima de gestión de la disrupción	DT: El profesor actúa de forma coercitiva para gestionar la disrupción en el aula cuando utiliza estrategias para captar la atención del estudiante (parar la clase, hacer algo inesperado, llamar la atención en público), diferentes tipos de castigos (retirar un refuerzo positivo, no permitir el disfrute de una actividad placentera, hablar al estudiante con sarcasmo o gritarle) o deriva el problema a otra persona. Estas acciones se asocian con un incremento de la disrupción.	TCOE	Evans et al. (2009), Gillen et al. (2011), Little y Akin-Little (2008) Mainhard et al. (2011), Simón y Alonso-Tapia (2016).
			DP: El profesor dispone de un sistema adecuado de normas elaborado con la participación estudiantil.	PNOR	
			DC: El profesor resalta lo positivo y corrige a los estudiantes sin castigar.	CPOS	
			DC: El profesor proporciona apoyo a los estudiantes cuando promueve la reflexión individual y grupal, explica la conducta deseada y sus consecuencias, refuerza cuando se comporta de manera apropiada y enseña estrategias de autocontrol, contribuyendo en el desarrollo de patrones de conducta alternativos.	CAPO	
		Clima emocional-interpersonal	DT: Experimentación de emociones negativas como frustración, ira y ansiedad en las relaciones entre profesor y estudiantes cuando no entienden un concepto, manifiestan una conducta inapropiada, evidencian falta de esfuerzo, desafían la competencia, entre otras.	TFIA	Evans et al. (2009), Gillen et al. (2011), Simón y Alonso-Tapia (2016), Sutton y Harper (2009).
			DP: Se experimentan emociones positivas como felicidad y orgullo cuando se realiza una tarea importante o se cumple un objetivo, entre otras emociones y causas.	PPOT	

Marco de referencia: Modelo de conocimiento profesional y habilidad incluyendo CDC e influencia sobre la práctica de aula y los resultados de aprendizaje. Sistema de categorías para el análisis de la reflexión. Fuente: Elaboración propia.					
Ámbitos	Categorías	Subcategorías	Descriptor	Códigos	Referencias
Práctica de aula	Clima de aula	Clima emocional-interpersonal (continuación...)	DC: Los profesores involucran a los estudiantes en discusiones sobre las posibles consecuencias de la expresión emocional inapropiada, enseñan y aplican estrategias para la regulación emocional, utilizan el humor para fomentar emociones positivas, entre otras.	CHUM	Evans et al. (2009), Gillen et al. (2011), Simón y Alonso-Tapia (2016), Sutton y Harper (2009).
Amplificadores y filtros de los estudiantes	Facilitadores y obstáculos	Conocimientos, emociones y comportamientos	DT: El conocimiento científico lo han perdido o presentan un nivel bastante bajo.	TCCP	Encarnação (2016), Simón y Alonso-Tapia (2016), Mellado et al. (2014), Vázquez-Bernal y Jiménez-Pérez (2016).
			DT: Las ideas alternativas sobre los contenidos científicos, las emociones negativas, el rechazo emocional ante cuestiones sociocientíficas, la falta de motivación para asistir a clase y el comportamiento disruptivo pueden obstaculizar el aprendizaje y las interacciones en el clima de clase.	TIEM	
			DP: Las emociones positivas y una mayor motivación para asistir a clase contribuyen en el rendimiento académico y el aprendizaje.	PEPM	
			DC: Utilización de estrategias de regulación personal, comportamental y ambiental facilitan el aprendizaje. Los estudiantes presentan vocación docente y madurez emocional.	CPCA, CMAD	
			DC: La reflexión individual y grupal sobre las dificultades de los conceptos científicos, por parte de los estudiantes, permite la generación de conocimiento.	CRFX	
Resultados de aprendizaje de los estudiantes	Autorregulación y logro académico	Progresión en el aprendizaje	DT: La mayoría de los estudiantes no muestran una capacidad de autorregulación.	TACA	Bandura (1986), Encarnação (2016)
			DP: El trabajo en grupo favorece las habilidades de regulación de los estudiantes.	PTRG	
			DC: La progresión del aprendizaje se debe a las relaciones sociales en el aula y la percepción de autoeficacia que lleva al estudiante a aproximarse a las actividades que le despiertan placer e interés.	CRSA	
			DC: Los estudiantes experimentan un cambio emocional que contribuye en el aprendizaje e interacciones sociales y afectivas en la clase.	CCEM	

Tabla III.16

Resumen de códigos para el análisis de la reflexión en función de las dimensiones de la Hipótesis de la Complejidad.

Subcategorías	Técnicos	Prácticos	Críticos
Conocimiento de la evaluación	TOBJ	PSUB	CDES, CREG
Qué evaluar	TCON	PPRO	CCMUL
Finalidad de la evaluación	TSAN	PSUM	CFOR
Participantes en la evaluación	TINT	PAUT	CCOE
Instrumentos de evaluación	TEXA	PDIV	CAUT
Consecuencias de la evaluación	TBUR	PMEJ	CEXP
Organización e interacción en el aula	TUNI	PBID	CMUL, CENC
Estrategias de enseñanza basadas en las necesidades de los estudiantes	TGEN	PADA	CDIV, CBAJ
Diseño de un plan de lección basado en la indagación escolar	TLAB, TDES, TACT, TTEC, TIDE, TCIE, TEST, TCNG, TEVA, TFLE, TPAS, TTRA	POBJ, PREL, PPRE, PEST, PCIE	CCOM, CPLA, CMAT, CENO, CEVA
Ideas centrales disciplinarias	TOBS, TMET, TINF, TDCC	PCCC, PFIA, PSUV	CCTS
Temas transversales	TCOM	PEJE, PSEN	CFUS
Ideas de los estudiantes	TREC	PSIT	CTRA
Contenidos y objetivos de aprendizaje	TCOB, TCOC	PCOP	CCPA
Organización de los contenidos	TSEC	PREC	CCON
Fuentes y recursos	TLIB, TINE, TPRO	PEPI	CEPR
Ideas clave para el aprendizaje	TNSI, TABIO, TSUM, TNIC, TANT	PSIS, PEQU, PATR, PPAS, PALI	CSOC
Reconocimiento de conceptos transversales	TABS, TENE, TPLA, TDIS, TFLC, TCCR, TDCP	PSOL, PFOT, PRES, PNIV, PCOX, PPOB	CMOD
Relevancia del contenido para la enseñanza	TSIS, TRES	PRCC	CACT
Estrategias didácticas, representaciones y recursos	TFRA, TIMA, TAAP	PECO, PRSV, PIMA	CTSC, CDAT, CCSC
Estrategias para evaluar la comprensión de esas ideas	TPRU	PHIP	CRGA
Identificación y formulación de preguntas de investigación	TPNI	PCUE, PPAP	CVIP
Planificación de investigaciones	TPRE, TVDE	PCRC	CREC
Desarrollo y utilización de modelos	TRCO	PFEN	CBPM
Análisis, interpretación de datos y utilización del pensamiento matemático	TTMG	PTEC	CINT
Argumentación desde la evidencia	TIAL	PPRU	CARG
Obtención, evaluación y comunicación de información	TCCS	PELE	CRCV
Concepciones sobre la indagación	TAMT	PACT, PAPA, PPTG	CREF
Emociones en la enseñanza	TNEG	PPOS	CATR
Metáforas emocionales	TTCO	PCOG	CMET
Formación inicial	TMDT	PCCD	CTEO
Desarrollo profesional	TBDC	PCSM	CCDC
CDC personal (reflexión sobre la acción)	TCCC	PCOT	CREA
CDC personal y habilidad (reflexión en la acción)	TINS	PDES	CADA
Clima académico instruccional	TART	PDER	CAFE
Clima de gestión de la disrupción	TCOE	PNOR	CPOS, CAPO
Clima emocional interpersonal	TFIA	PPOT	CHUM
Conocimientos, emociones y comportamientos	TCCP, TIEM	PEPM	CPCA, CMAD, CRFX
Progresión en el aprendizaje	TACA	PTRG	CRSA, CCEM

III.9.1. La ruta de análisis a partir del sistema de categorías

Para realizar el análisis de los datos empíricos se procede a la escogencia del programa AQUAD versión 7.0, pues como señalan Huber y Gürtler (2015) es una herramienta que facilita la categorización y organización de los datos para cada categoría, así como la extracción de conclusiones a partir de las relaciones entre ellas. Estos autores sostienen que la explicación e interpretación de los datos verbales sigue un proceso analítico y cíclico en el que se detectan características y relaciones que dan motivo a la formulación de hipótesis provisionales.

En primer lugar, se prepararon los ficheros de texto que contienen la entrevista transcrita y se convirtieron a “texto sin formato” para su incorporación como nuevo proyecto al programa. Atendiendo a la variedad de la información se leyó el texto completo en diferentes momentos para comprender el sentido general, identificar características presentes de la sucesión de ámbitos y categorías que constituyen el marco de referencia, detectar niveles de complejidad y el significado.

Para comenzar se redujo la base de datos original de manera deductiva a través de la identificación de segmentos significativos de texto o unidades de análisis que contiene, partiendo del **Sistema de Categorías para el Análisis de la Reflexión** que fue diseñado *a priori* sobre la base de las publicaciones de nuestro grupo de investigación y otros autores, a su vez fue reconstruyéndose en el transcurso del estudio en función de la aparición de nuevos códigos. En otras palabras, se redujo el texto según el esquema interpretativo contenido en dicho sistema categorico. Cabe resaltar que los códigos permiten la interpretación del significado de los segmentos particulares de la información. Como indican Vázquez-Bernal et al. (2007c) estos representan la evidencia para la ocurrencia de la categoría en los datos, de manera que al trabajar con los códigos y sus categorías se pueden establecer propuestas teóricas sobre las vinculaciones entre sí.

Por consiguiente, en el análisis de contenido cualitativo se realizó la codificación por líneas en el texto identificando las unidades que distinguen algún descriptor en una dimensión particular de la Hipótesis de la Complejidad y relacionándolo con un código apropiado (ver anexo 7). Seguidamente, se intenta la reconstrucción del sistema de significados de la formadora entrevistada, para lo cual se extrajeron referencias que sirven como evidencia en las declaraciones presentes en el texto, permitiendo así emitir juicios de valor. En este sentido, Gibbs (2012) sostiene que el investigador debe reflejar la concepción del entrevistado pero no aceptarla. En consecuencia, la interpretación de los resultados se realizó desde el marco conceptual presente en la literatura científica. Más adelante, se confeccionaron catálogos de códigos técnicos, prácticos y críticos según la distribución de frecuencias presentes en la codificación (ver anexo 8). Sobre la base de esta se recuperaron las estructuras redundantes o secuencias repetidas de códigos para facilitar el descubrimiento de asociaciones. Finalmente, se verificaron sistemáticamente los vínculos de unidades de significado a partir de dichas secuencias, probando las que se repiten con mayor frecuencia (ver anexo 9).

III.10. Estrategias de triangulación

De acuerdo con Greene (2007) y Hernández et al. (2010), la triangulación consiste en lograr convergencia y confirmación de los métodos cuantitativos y cualitativos. Así que, el énfasis radica en el contraste de ambos tipos de datos e información. Por consiguiente, en coherencia con estos autores realizamos una triangulación concurrente para confirmar los resultados y efectuar la validación cruzada entre los datos cuantitativos y cualitativos.

En primer lugar, en la discusión e interpretación (ver capítulo VII, más adelante) se argumentan los resultados que se desprenden del análisis descriptivo e inferencial sobre el **cambio en las emociones de los estudiantes** y se comparan con los hallazgos del análisis cualitativo acerca de la **percepción de la formadora**, además la **percepción del investigador**. En otras palabras, se incorporan los resultados estadísticos de las emociones en función de cada dimensión de la indagación, seguidos por unidades de análisis o citas de la entrevista y la observación para asegurar complementariedad.

En segundo lugar, resaltamos que en el transcurso de la asignatura se contó con la presencia de una profesora novel, quien es Licenciada en Biología, Doctora en Bioquímica por la Universidad de Córdoba (España) e instructora de laboratorio en la Facultad de Ciencias Experimentales de la Universidad de Huelva. Esta profesora observó el desarrollo de la intervención y colaboró con la formadora en tareas de gestión. Entonces, decidimos realizar una **entrevista semiestructurada a la profesora novel** con el propósito de complementar y contrastar su percepción con las apreciaciones de la formadora y las observaciones del investigador. De este modo, diseñamos un guión de entrevista (ver anexo 10), cuyos ítems abiertos están secuenciados en tres ámbitos: a) formación de la profesora novel (ítems 1 y 2), b) percepción inicial (ítems 3 a 9) y c) percepción final de la enseñanza (ítems 10 a 18). Esta entrevista se realizó en el Departamento de Didácticas Integradas el 31 de mayo de 2017. Simultáneamente, el investigador efectuó la grabación en audio y más adelante realizó la transcripción. Enfatizamos que los datos obtenidos se utilizaron como contraste, utilizando para ello descriptores de baja inferencia o unidades de información.

En tercer lugar, todos los estudiantes elaboraron **narrativas** en las que se recogen sus percepciones en torno a la asignatura, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, la profesora y el clima de aula; en la última clase de la asignatura (ver carpeta virtual multimedia en anexos). Los estudiantes incluyeron estos documentos de manera anónima en la plataforma virtual. Más adelante, procedimos a la selección aleatoria de diez narrativas y extrajimos segmentos de texto con el propósito de aportar evidencias relacionadas con las causas que justifican el cambio e interacción de las emociones. Finalmente, relacionamos esos fragmentos textuales con nombres propios que no se corresponden a los reales para asegurar el anonimato. Si bien, los datos derivados de la entrevista a la profesora novel y las narrativas de los estudiantes no representan el foco central del estudio, han resultado útiles para aportar un contraste global y una carácter holístico al problema de investigación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS: LAS EMOCIONES QUE SE EXHIBEN AL COMIENZO DE LA ASIGNATURA

Contenido General del Capítulo IV.

IV.1. Introducción.

IV.2. Estudio exploratorio y correlacional inicial sobre la intensidad de las emociones.

IV.3. Estudio descriptivo transversal, multivariante y comparativo sobre la intensidad de las emociones.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS: LAS EMOCIONES QUE SE EXHIBEN AL COMIENZO DE LA ASIGNATURA

IV.1. Introducción

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos tras la aplicación del cuestionario que trata las emociones experimentadas por los maestros en formación inicial (en adelante estudiantes) en el aprendizaje sobre la enseñanza de las ciencias y los cambios que se manifiestan en el transcurso de la intervención basada en la indagación (antes, durante y después).

En el apartado IV.2. se exponen los resultados sobre el diseño, la validación y la fiabilidad del cuestionario C-0-E que se administró como prueba piloto en el grupo T1 de la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I (asignatura, en adelante) (N=53 estudiantes).

Si bien, lo conveniente es ubicar una muestra de sujetos con características similares a los que se utilizarán en el estudio (McMillan y Schumacher, 2005) se optó por elegir el mismo grupo al que se le aplica la intervención con el fin de diagnosticar las emociones que se exhiben al comienzo de la asignatura y de esta manera proceder directamente al diseño de la intervención a partir de los resultados de la primera fase. Cabe destacar que después de la administración del cuestionario C-0-E, los sujetos incluyeron comentarios sobre cada ítem del instrumento y discutieron con la formadora sus apreciaciones, lo que permitió junto al análisis descriptivo introducir mejoras en la redacción y revisión del significado de cada variable.

Se presenta el análisis descriptivo exploratorio y el análisis de frecuencias en cada dimensión (asignatura, contenidos científicos, metodología indagatoria, profesora y clima de aula). Además, se exponen los resultados derivados de las pruebas no paramétricas de Kolmogorov-Smirnov y de correlación de Spearman.

En el apartado IV.3. se presentan los resultados sobre el diseño, la validación y la fiabilidad del cuestionario C-1-E que se aplicó en los cuatro grupos de la asignatura (T1, T2, T4 y T5; N=185 estudiantes) antes de la intervención implementada únicamente en el grupo T1. Se muestran las propiedades psicométricas de las variables del estudio en cada dimensión a través del análisis descriptivo, de frecuencias y fiabilidad (media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, asimetría, curtosis, rango y alfa de Cronbach).

Los datos fueron analizados mediante análisis factorial exploratorio (análisis multivariante) en cada dimensión como evidencia de validez de constructo y se reporta la varianza media extraída y la fiabilidad compuesta. Finalmente, se verifica si los datos se ajustan a una distribución normal mediante la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov y se comparan las emociones según el sexo mediante la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, indicando si existen diferencias significativas a partir de la significancia o probabilidad de error Tipo I (α), probabilidad de error Tipo II (β), potencia estadística (P) y tamaño del efecto (TE).

IV.2. Estudio exploratorio y correlacional inicial sobre la intensidad de las emociones

En este apartado se presentan, analizan e interpretan los resultados del estudio diagnóstico que se realizó como prueba piloto del instrumento con denominación C-0-E, cuyo propósito es describir la intensidad de las emociones que esperan sentir 53 estudiantes (grupo T1) del Grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Huelva (España) al inicio de la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I, en el primer cuatrimestre del curso académico 2016-2017. A continuación, se presenta el análisis descriptivo, inferencial y correlacional para las cinco dimensiones del aprendizaje sobre la enseñanza de las ciencias basada en la indagación: asignatura, contenidos científicos, metodología indagatoria, profesora y clima de aula. Se presentan los resultados del análisis de fiabilidad de las catorce variables según el tipo de emoción (positiva y negativa).

IV.2.1. Análisis descriptivo exploratorio intragrupo

El análisis exploratorio inicial acerca de la intensidad de las emociones que vaticinan los 53 sujetos se efectuó sobre la totalidad de las puntuaciones, en los cinco valores de acuerdo con las escalas tipo Likert correspondientes a las cinco dimensiones y está basado en el cálculo de las medidas de tendencia central, variabilidad, dispersión y fiabilidad. En la tabla IV.1 se presentan las medias (M), desviaciones estándar (DE), asimetrías y curtosis como estadísticos descriptivos de la intensidad de las emociones; en función de la dimensión de análisis, el momento inicial de la asignatura y el tipo de emoción. Asimismo, se exponen las evidencias de fiabilidad a partir del cálculo del alfa de Cronbach (α).

Tabla IV.1

Estadísticos descriptivos de emociones que vaticinan estudiantes en función de las dimensiones de análisis

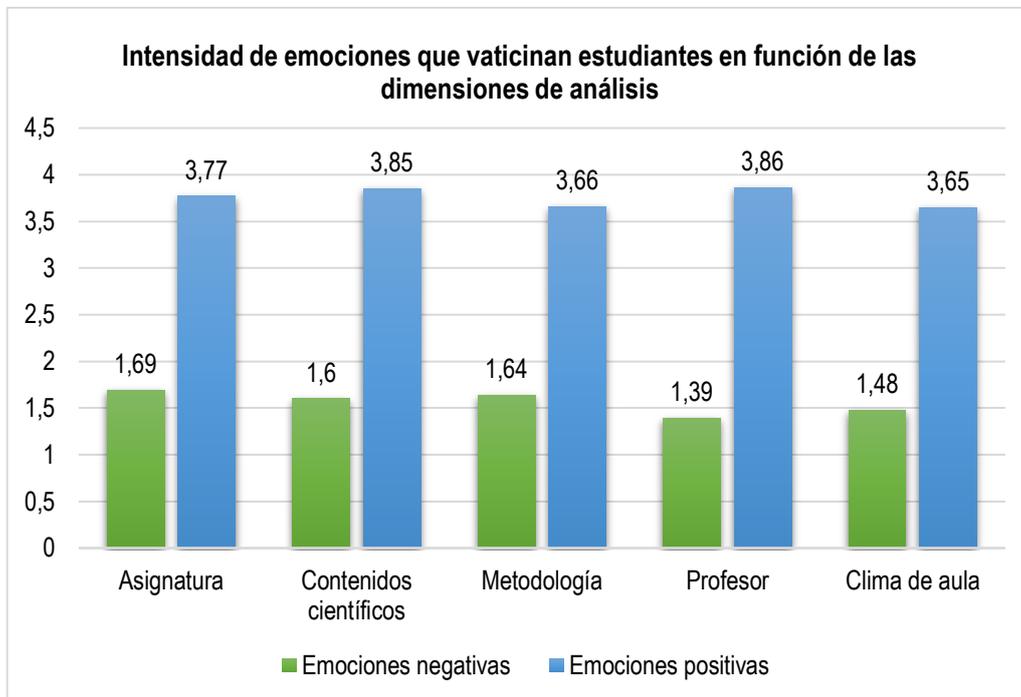
Dimensión	Tipo de emoción	M	DE	Asimetría	Curtosis	Alfa de Cronbach
Asignatura	Positiva	3,77	,39	-,55	,21	,84
	Negativa	1,69	,25	1,22	,79	,82
Contenidos científicos	Positiva	3,85	,40	-,48	,21	,80
	Negativa	1,60	,20	1,48	1,71	,86
Metodología indagatoria	Positiva	3,66	,33	-,23	-,39	,86
	Negativa	1,64	,17	1,36	1,21	,90
Profesora	Positiva	3,86	,40	-,29	-,35	,73
	Negativa	1,39	,14	1,96	3,06	,89
Clima de aula	Positiva	3,65	,10	-,54	,20	,79
	Negativa	1,48	,15	1,69	2,22	,87

Nota: Fuente: Elaboración propia.

En términos generales, los resultados indican que las emociones positivas alcanzaron la mayor intensidad en todas las dimensiones, en comparación con las emociones negativas (ver tabla IV.1 y gráfica IV.1). Los resultados según el tipo de emoción son muy similares entre sí. Por un lado, la profesora ($M=3,86$; $DE=,40$) y los contenidos científicos ($M=3,85$; $DE=,40$) registraron las

intensidades más altas del conjunto de emociones positivas. Por otra parte, el *clima de aula* ($M=3,65$; $DE=,10$) reportó la intensidad más baja de dichas emociones.

Con respecto a las emociones negativas, se aprecia que la *asignatura* ($M=1,69$; $DE=,25$) alcanzó el promedio más alto, a diferencia de la *profesora* ($M=1,39$; $DE=,14$) que presentó la intensidad más baja. Además, se evidencia que la mayor diferencia entre las medias de las emociones positivas y negativas se registró para la *profesora* (2,47) y el menor contraste para la *metodología indagatoria* (2,02).



Gráfica IV.1. Intensidad de emociones que vaticinan estudiantes en función de la dimensión del aprendizaje sobre la enseñanza de las ciencias basada en la indagación. Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, en las tablas IV.2 a IV.6 se presentan las propiedades psicométricas (M =Media, DE =Desviación Estándar, S^2 =Varianza, Mdn =Mediana, Mo =Moda, Asimetría, Curtosis y Rango) de las variables del estudio piloto en las cinco dimensiones de análisis. En términos generales, se aprecia que las emociones positivas son más intensas que las emociones negativas.

Por otra parte, en la gráfica IV.2 se aprecia que, en términos globales, las emociones positivas de mayor intensidad son *interés* ($M=4,24$), *entusiasmo* ($M=3,99$), *contento* ($M=3,97$) y *tranquilidad* ($M=3,80$). Las emociones negativas que presentan las medias más elevadas son *tensión* ($M=1,88$), *temor* ($M=1,60$), *frustración* ($M=1,55$) y *susto* ($M=1,54$).

Tabla IV.2

Propiedades psicométricas de las variables del estudio piloto en la dimensión asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	53	1,57	,77	,60	1,00	1,00	1,20	,71	1-5	3
Temor	53	1,77	1,09	1,18	1,00	1,00	1,41	1,03	1-5	4
Enojo	53	1,45	,82	,68	1,00	1,00	1,78	2,26	1-5	3
Tensión	53	2,13	1,16	1,35	2,00	1,00	,58	-,85	1-5	4
Frustración	53	1,72	,84	,71	1,00	1,00	,79	-,52	1-5	3
Abatimiento	53	1,79	,99	,98	1,00	1,00	1,06	,59	1-5	4
Rechazo	53	1,42	,75	,56	1,00	1,00	1,75	2,31	1-5	3
Entusiasmo	53	3,92	,98	,96	4,00	4,00	-,74	,26	1-5	4
Contento	53	3,96	,85	,73	4,00	4,00	-,50	-,29	1-5	3
Interés	53	4,45	,75	,56	5,00	5,00	-1,55	2,65	1-5	3
Afinidad	53	3,64	1,00	1,00	4,00	4,00	-,41	-,34	1-5	4
Tranquilidad	53	3,68	1,00	,99	4,00	4,00	-,40	-,30	1-5	4
Gozo	53	3,45	,91	,83	3,00	3,00	,07	,03	1-5	4
Asombro	53	3,25	1,16	1,34	3,00	4,00	-,35	-,57	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.3

Propiedades psicométricas de las variables del estudio piloto en la dimensión contenidos científicos

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	53	1,49	,85	,72	1,00	1,00	1,81	2,60	1-5	3
Temor	53	1,62	,88	,78	1,00	1,00	1,18	,30	1-5	3
Enojo	53	1,55	,91	,83	1,00	1,00	1,68	2,65	1-5	4
Tensión	53	2,00	1,11	1,23	2,00	1,00	,97	,30	1-5	4
Frustración	53	1,68	,96	,91	1,00	1,00	1,25	,46	1-5	3
Abatimiento	53	1,51	,78	,60	1,00	1,00	1,38	1,07	1-5	3
Rechazo	53	1,36	,65	,43	1,00	1,00	2,06	4,63	1-5	3
Entusiasmo	53	4,19	,76	,58	4,00	4,00	-,61	-,12	1-5	3
Contento	53	3,87	,68	,46	4,00	4,00	-,21	,11	1-5	3
Interés	53	4,51	,64	,41	5,00	5,00	-1,41	3,03	1-5	3
Afinidad	53	3,77	,85	,72	4,00	3,00	,06	-,91	1-5	3
Tranquilidad	53	3,77	,82	,68	4,00	4,00	-,41	-,15	1-5	3
Gozo	53	3,58	,91	,82	4,00	4,00	-,34	,15	1-5	4
Asombro	53	3,28	1,25	1,55	3,00	3,00	-,44	-,62	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.4

Propiedades psicométricas de las variables del estudio piloto en la dimensión metodología indagatoria

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	53	1,77	1,07	1,14	1,00	1,00	1,26	,69	1-5	4
Temor	53	1,77	,95	,91	1,00	1,00	1,17	1,13	1-5	4
Enojo	53	1,55	,82	,68	1,00	1,00	1,03	-,70	1-5	2
Tensión	53	1,87	1,00	1,00	2,00	1,00	,87	,15	1-5	4
Frustración	53	1,58	,87	,75	1,00	1,00	1,31	,69	1-5	3
Abatimiento	53	1,57	,95	,90	1,00	1,00	1,41	,60	1-5	3
Rechazo	53	1,38	,77	,59	1,00	1,00	2,44	5,91	1-5	3
Entusiasmo	53	3,85	,89	,78	4,00	3,00	-,38	,34	1-5	4
Contento	53	3,83	,85	,72	4,00	4,00	-,05	-,88	1-5	3
Interés	53	4,08	,83	,69	4,00	4,00	-,36	-,90	1-5	3
Afinidad	53	3,58	,93	,86	3,00	3,00	,19	-,90	1-5	3
Tranquilidad	53	3,72	,82	,67	4,00	4,00	-,30	-,25	1-5	3
Gozo	53	3,55	,95	,91	4,00	4,00	-,63	,52	1-5	4
Asombro	53	3,04	1,16	1,35	3,00	3,00	-,08	-,62	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.5

Propiedades psicométricas de las variables del estudio piloto en la dimensión profesora

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	53	1,49	,87	,76	1,00	1,00	1,59	1,30	1-5	3
Temor	53	1,43	,75	,56	1,00	1,00	1,67	2,07	1-5	3
Enojo	53	1,38	,71	,51	1,00	1,00	1,61	1,01	1-5	2
Tensión	53	1,62	,95	,89	1,00	1,00	1,55	2,12	1-5	4
Frustración	53	1,30	,64	,41	1,00	1,00	1,95	2,46	1-5	2
Abatimiento	53	1,23	,64	,41	1,00	1,00	2,97	8,42	1-5	3
Rechazo	53	1,25	,62	,38	1,00	1,00	2,35	4,04	1-5	2
Entusiasmo	53	4,08	,68	,46	4,00	4,00	-,09	-,73	1-5	2
Contento	53	4,08	,68	,46	4,00	4,00	-,09	-,73	1-5	2
Interés	53	4,26	,66	,43	4,00	4,00	-,33	-,68	1-5	2
Afinidad	53	3,92	,78	,61	4,00	4,00	-,12	-,74	1-5	3
Tranquilidad	53	4,06	,89	,79	4,00	4,00	-,80	,97	1-5	4
Gozo	53	3,43	1,05	1,10	3,00	3,00	-,34	,03	1-5	4
Asombro	53	3,17	1,17	1,37	3,00	3,00	-,27	-,54	1-5	4

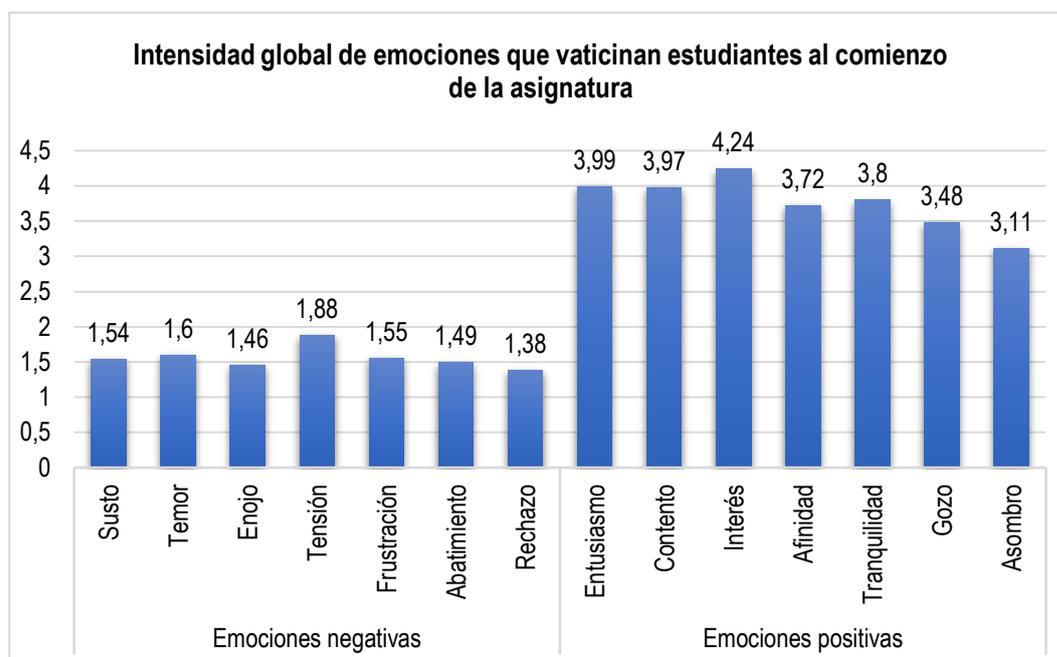
Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.6

Propiedades psicométricas de las variables del estudio piloto en la dimensión clima de aula

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	53	1,38	,66	,43	1,00	1,00	1,53	1,10	1-5	2
Temor	53	1,42	,77	,59	1,00	1,00	2,00	3,59	1-5	3
Enojo	53	1,40	,77	,59	1,00	1,00	1,82	2,24	1-5	3
Tensión	53	1,79	1,02	1,05	1,00	1,00	1,02	1,10	1-5	4
Frustración	53	1,47	,72	,52	1,00	1,00	1,53	1,98	1-5	3
Abatimiento	53	1,38	,77	,59	1,00	1,00	1,90	2,51	1-5	3
Rechazo	53	1,51	,91	,83	1,00	1,00	1,95	3,67	1-5	4
Entusiasmo	53	3,91	,84	,70	4,00	4,00	-,43	-,28	1-5	3
Contento	53	4,11	,80	,64	4,00	4,00	-,44	-,63	1-5	3
Interés	53	3,91	,88	,78	4,00	4,00	-,86	1,21	1-5	4
Afinidad	53	3,68	,94	,88	4,00	4,00	-,47	,12	1-5	4
Tranquilidad	53	3,75	,98	,96	4,00	4,00	-,63	,63	1-5	4
Gozo	53	3,40	1,06	1,13	4,00	4,00	-,77	,47	1-5	4
Asombro	53	2,79	1,06	1,13	3,00	3,00	-,17	-,11	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.



Gráfica IV.2. Intensidad global de las emociones que vaticinan los estudiantes al iniciar la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, las fiabilidades de las variables medidas en las escalas Likert se estimaron a partir del cálculo promedio del alfa de Cronbach (α). La fiabilidad es expresada como el porcentaje de varianza del valor real relacionado a la varianza total de una medida (Fischer, Boone, Neumann, 2014). Esta medida se le considera como la descripción del grado en que cada ítem está asociado con cada uno de los otros ítems; es decir, describe la coherencia general de la prueba (Aaron y Aaron, 2001).

El alfa de Cronbach comprende valores que se ubican entre 0 y 1. Conforme se acerque a 1 mayor será la consistencia de los ítems analizados. En otras palabras, para que la prueba sea útil la fiabilidad debe ser de al menos 0,70 y preferentemente cercana a 0,90 (Aaron y Aaron, 2001). En este sentido, Robinson, Shaver y Wrightsman (1991) indican que un alfa de 0,60 es el valor mínimo recomendado para estudios exploratorios. En el presente estudio se obtuvieron alfas de Cronbach aceptables para cada dimensión y tipo de emoción, cuyos valores se ubican entre 0,73 y 0,90 (ver tabla 1).

En la mayoría de las dimensiones, las emociones negativas reportaron mayor fiabilidad en comparación con las emociones positivas. Por tanto, las emociones negativas registraron mayor número de correlaciones moderadas entre sí (ver subapartado IV.2.3.2, tabla IV.9, más adelante).

En cuanto a la distribución de los datos, se registraron valores de asimetría negativos para las emociones positivas en las cinco dimensiones analizadas. De esta forma, las puntuaciones se localizan hacia la derecha de las curvas y sobre las medias aritméticas de sus respectivos conjuntos. En las dimensiones *asignatura*, *contenidos científicos* y *clima de aula* se reportaron asimetrías negativas y curtosis positivas que definieron curvas platicúrticas, las cuales se

caracterizan por la baja conglomeración de los datos en la región central. Por su parte, la *metodología indagatoria* y la *profesora* presentaron asimetrías y curtosis negativas. Por lo que se refiere a las emociones negativas, todas las dimensiones reportaron asimetrías y curtosis positivas. De esta forma, los valores se ubicaron hacia la izquierda de la curva y alcanzaron una mayor elevación (curvas leptocúrticas). Eso está relacionado con desviaciones estándar menores que las correspondientes a las emociones positivas en su gran mayoría.

Considerando los resultados anteriores, se tuvo la sospecha de que los datos no asumían una distribución normal. Por tanto, en el análisis inferencial se exponen los resultados de la aplicación de la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov (ver subapartado IV.2.3.1., tabla IV.7).

IV.2.2. Análisis de frecuencias

A continuación, se exponen los resultados que se desprenden del análisis porcentual en cada variable y sus correspondientes niveles de acuerdo para cada dimensión. La presentación de las frecuencias se basa en la suma y el promedio de las valoraciones positivas (*totalmente de acuerdo* y *de acuerdo*), negativas (*totalmente en desacuerdo* y *en desacuerdo*) y neutra (*ni de acuerdo ni en desacuerdo*) para facilitar la comprensión de los resultados, contrastándolos con los valores de fiabilidad según el tipo de emoción.

- ***Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I***

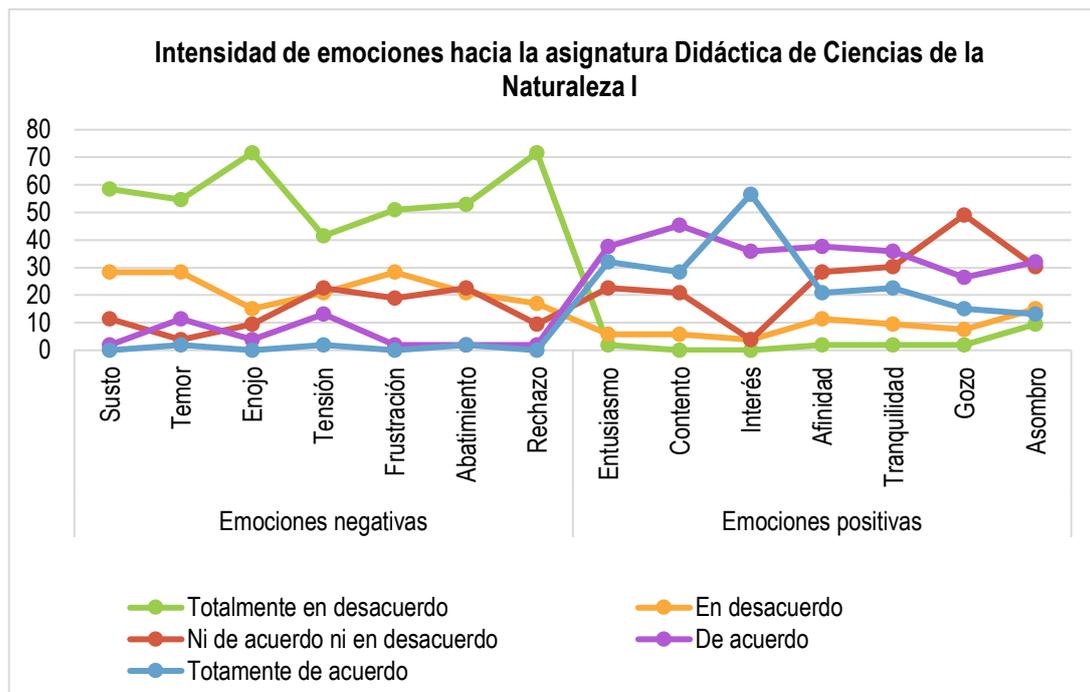
En relación con las emociones que los estudiantes esperan sentir frente a la *asignatura*, en la gráfica IV.3 se muestran las frecuencias relativas sobre el grado de acuerdo en su intensidad y frecuencia.

En particular, se aprecia que, en promedio, las emociones positivas alcanzaron el mayor grado de acuerdo (63,0%), en comparación con las emociones negativas (5,94%). De esta forma, *interés* (92,4%), *contento* (73,6%), *entusiasmo* (69,8%), *afinidad* (58,5%), *tranquilidad* (58,4%), *asombro* (45,3%) y *gozo* (41,5%) sobresalen como las variables más intensas y frecuentes respecto a las emociones negativas. Las emociones *interés* ($M=4,45$; $DE=,75$) y *contento* ($M=3,96$; $DE=,85$) alcanzaron las medias más altas mientras que *gozo* ($M=3,45$; $DE=,91$) y *asombro* ($M=3,25$; $DE=1,16$) reportaron los promedios más bajos.

Existe un alto grado de desacuerdo respecto a la espera de sentir emociones negativas (80,0%). De esta forma, *rechazo* (88,7%), *susto* (86,8%), *enojo* (86,8%), *temor* (83,0%), *frustración* (79,2%), *abatimiento* (73,6%) y *tensión* (62,3%) son las emociones menos sobresalientes. La *tensión* ($M=2,13$; $DE=1,16$) y el *rechazo* ($M=1,42$; $DE=,75$) son las emociones negativas de mayor y menor intensidad respectivamente.

En el caso de las puntuaciones que se ubican en el nivel *ni de acuerdo ni en desacuerdo*, se registra en promedio un 14,0% para las emociones negativas y un 26,4% de indecisión para las

emociones positivas. No obstante, el valor alfa de Cronbach para las emociones positivas ($\alpha=,84$) es ligeramente mayor que el correspondiente a las emociones negativas ($\alpha=,82$).

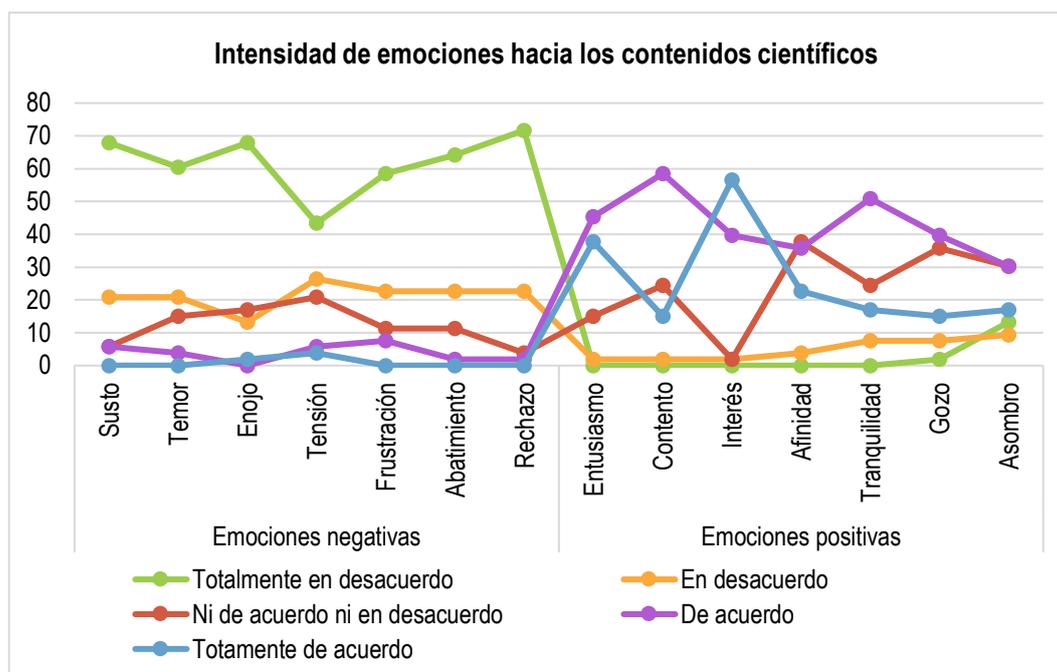


Gráfica IV.3. Intensidad de las emociones que los estudiantes esperan sentir respecto a la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I. Fuente: Elaboración propia.

- **Contenidos científicos**

El siguiente punto se centra en las emociones que los estudiantes vaticinan frente a los *contenidos científicos* de la asignatura (ver gráfica IV.4). Existe un mayor grado de acuerdo para las emociones positivas a diferencia de las emociones negativas. Así, *interés* (96,2%), *entusiasmo* (83,0%), *contento* (73,6%), *tranquilidad* (67,9%), *afinidad* (58,4%), *gozo* (54,7%) y *asombro* (47,2%) registraron las intensidades y frecuencias más considerables. El *interés* ($M=4,51$; $DE=,64$) y el *entusiasmo* ($M=4,19$; $DE=,76$) son las emociones más intensas y el *asombro* ($M=3,28$; $DE=1,25$) es la más tenue.

En promedio, se reportó un 83,3% de desacuerdo entre las puntuaciones de los sujetos hacia las emociones negativas. Así, *rechazo* (94,3%), *susto* (88,7%), *abatimiento* (86,8%), *temor* (81,2%), *enojo* (81,1%), *frustración* (81,1%) y *tensión* (69,8%) son las emociones menos frecuentes y con altos porcentajes de desacuerdo. La *tensión* ($M=2,00$; $DE=1,11$) y el *rechazo* ($M=1,36$; $DE=,65$) son las emociones de mayor y menor intensidad correspondientemente. Respecto a los sujetos que no están de acuerdo ni en desacuerdo, se reporta en promedio un 12,1% para las emociones negativas y un 24,2% para las emociones positivas. Estos resultados son coherentes en relación con la fiabilidad para las emociones positivas ($\alpha=,80$) y las emociones negativas ($\alpha=,86$).

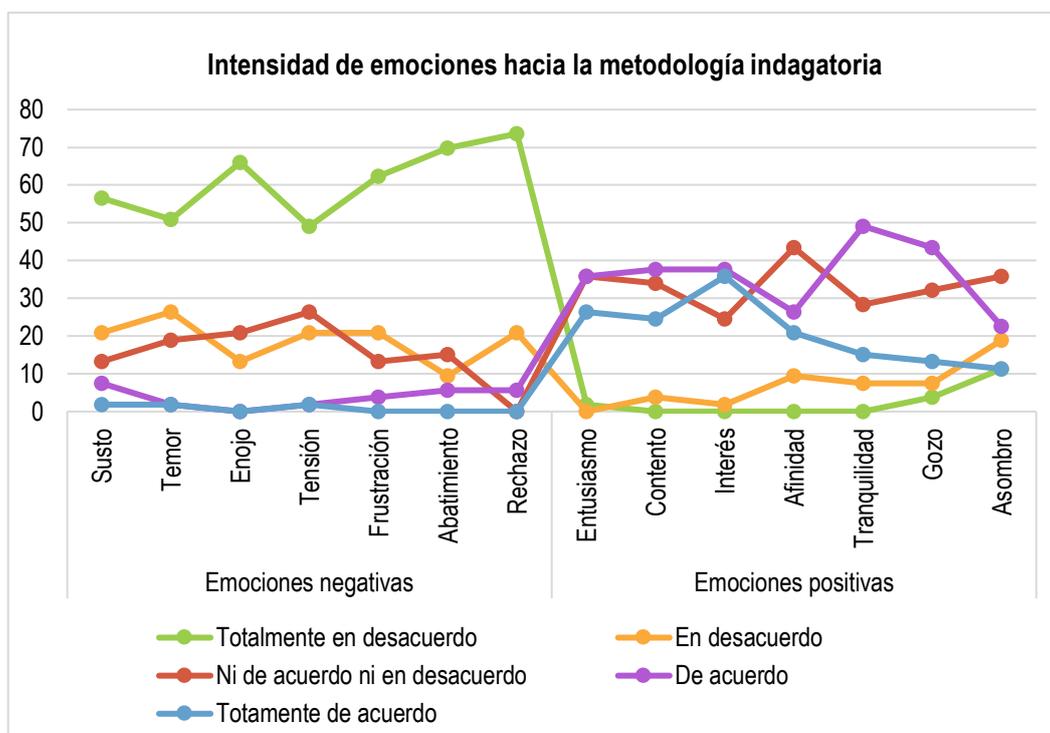


Gráfica IV.4. Intensidad de las emociones que los estudiantes esperan sentir respecto a los contenidos científicos. Fuente: Elaboración propia.

• Metodología indagatoria

El siguiente aspecto trata de las emociones que los estudiantes esperan sentir frente a la *metodología indagatoria* (ver gráfica IV.5). Los resultados sugieren un aumento en la intensidad de las emociones positivas, tales como *interés* (73,5%), *tranquilidad* (64,2%), *entusiasmo* (62,2%), *contento* (62,2%), *gozo* (56,6%), *afinidad* (47,2%) y *asombro* (33,9%), dado que los sujetos se ubicaron en las posiciones de acuerdo y totalmente de acuerdo, a diferencia de las emociones negativas. En términos medios, las emociones negativas obtuvieron los resultados con mayor desacuerdo (80,0%). Tal nivel de desacuerdo se comportó de la siguiente manera: *rechazo* (94,4%), *frustración* (83,1%), *enojo* (79,2%), *susto* (77,4%), *temor* (77,3%), *abatimiento* (72,2%) y *tensión* (69,9%).

En consecuencia, las emociones positivas de mayor intensidad son *interés* ($M=4,08$; $DE=,83$) y *entusiasmo* ($M=3,85$; $DE=,89$). Por el contrario, las emociones positivas menos intensas son *gozo* ($M=3,55$; $DE=,95$) y *asombro* ($M=3,04$; $DE=1,16$). De manera similar, la *tensión* ($M=1,87$; $DE=1,00$) y el *susto* ($M=1,77$; $DE=1,07$) son las emociones negativas más intensas mientras que el *rechazo* ($M=1,38$; $DE=,77$) es la que reporta la media más baja. Por otra parte, se obtuvieron fiabilidades altas para las emociones positivas ($\alpha=,86$) y emociones negativas ($\alpha=,90$), por lo cual son consistentes con las frecuencias promedio de las puntuaciones que se distribuyen en el nivel ni de acuerdo ni en desacuerdo. En este sentido, para las emociones positivas se reporta en promedio un 33,4% y para las emociones negativas un 15,3% de frecuencia en el nivel intermedio de la escala Likert.



Gráfica IV.5. Intensidad de las emociones que los estudiantes esperan sentir respecto a la metodología indagatoria. Fuente: Elaboración propia.

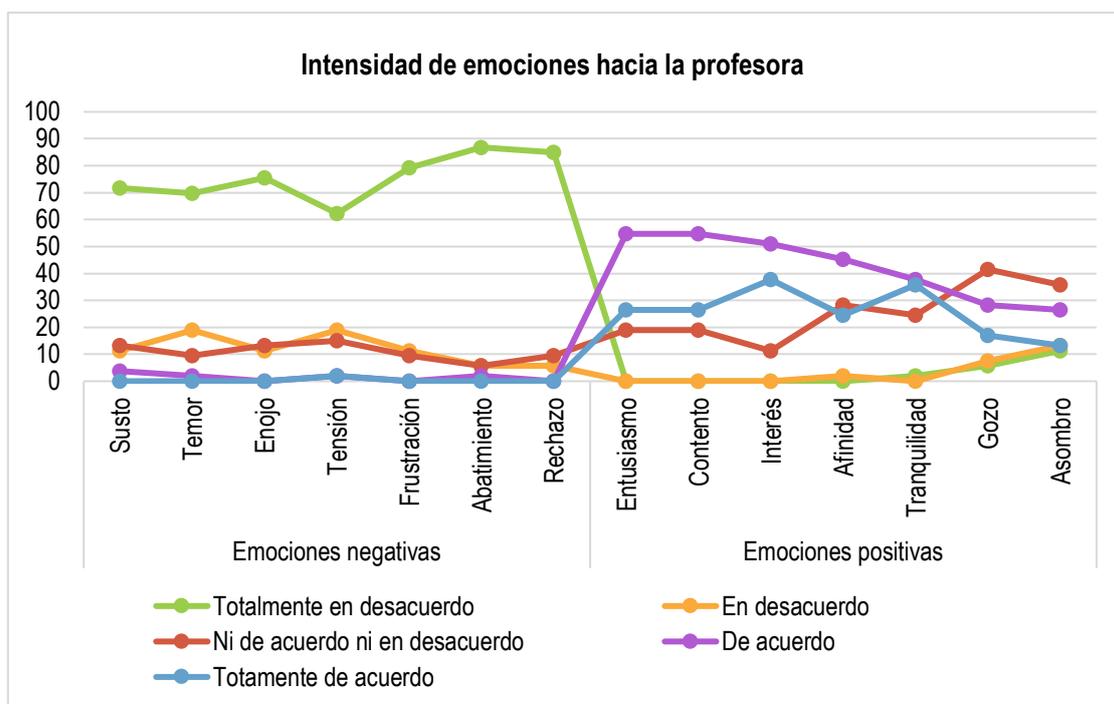
- **Profesora**

De manera semejante a las dimensiones anteriores, las emociones positivas hacia la *profesora* reportaron una intensidad mayor que las emociones negativas (ver gráfica IV.6). Al comienzo del curso académico, los estudiantes vaticinaron mayoritariamente *interés* (88,6%), *entusiasmo* (81,1%), *contento* (81,1%), *tranquilidad* (73,5%), *afinidad* (69,8%), *gozo* (45,3%) y *asombro* (39,6%).

En concreto, *interés* ($M=4,26$; $DE=,66$), *entusiasmo* ($M=4,08$; $DE=,68$) y *contento* ($M=4,08$; $DE=,68$) son las emociones positivas que reportaron la intensidad más alta, a diferencia del *asombro* ($M=3,17$; $DE=1,17$).

En contraste con lo anterior, se evidenció un mayor desacuerdo para las emociones negativas como *rechazo* (90,6%), *frustración* (90,5%), *abatimiento* (92,5%), *temor* (88,7%), *enojo* (86,8%), *susto* (82,4%) y *tensión* (81,2%). El *abatimiento* ($M=1,23$; $DE=,64$) alcanzó la menor intensidad y la *tensión* ($M=1,62$; $DE=,95$) reportó la media más alta.

Se aprecia que el 25,6% de los estudiantes no estuvieron de acuerdo ni en desacuerdo en sentir emociones positivas y el 10,8% tampoco se posicionó en la espera de experimentar emociones negativas. Estos resultados son coherentes en relación con la fiabilidad de los ítems para las emociones positivas ($\alpha=,73$) y las emociones negativas ($\alpha=,89$).



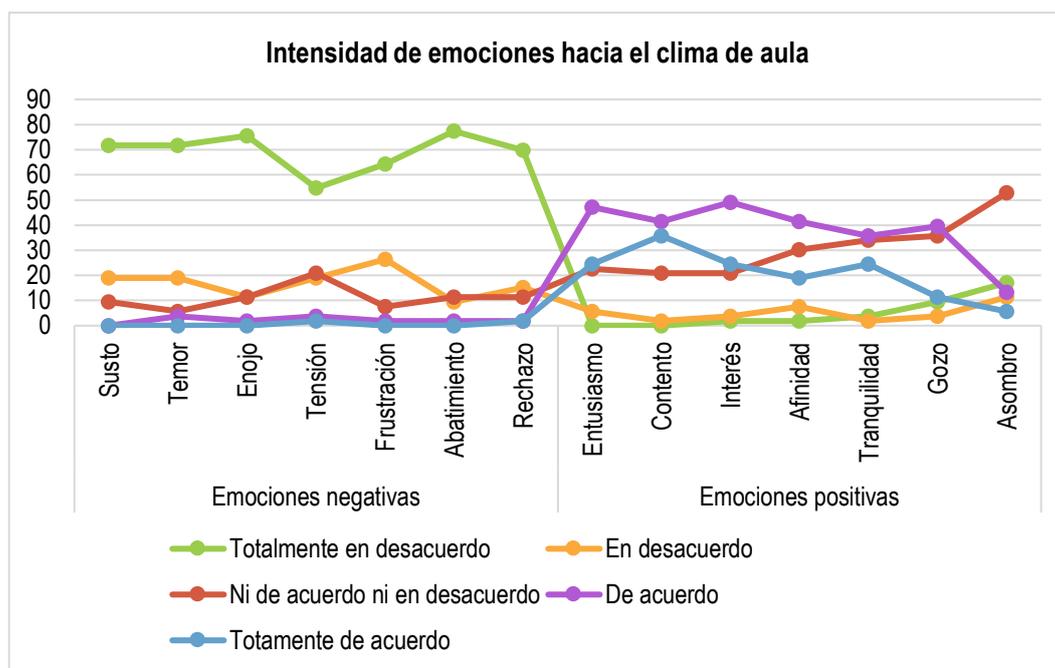
Gráfica IV.6. Intensidad de las emociones que los estudiantes esperan sentir hacia la profesora. Fuente: Elaboración propia.

- **Clima de aula**

En cuanto al *clima de aula*, los estudiantes esperaban sentir mayoritariamente emociones positivas (ver gráfica IV.7). En particular, el promedio de sujetos que puntúan sobre los niveles de acuerdo y totalmente de acuerdo para las emociones positivas es 59,0%, dichas emociones son *contento* (77,3%), *entusiasmo* (71,7%), *interés* (73,6%), *afinidad* (60,4%), *tranquilidad* (60,3%), *gozo* (50,9%) y *asombro* (18,9%). Las emociones positivas de mayor intensidad son *interés* ($M=3,91$; $DE=,88$), *entusiasmo* ($M=3,91$; $DE=,84$) y *contento* ($M=4,11$; $DE=,80$).

Por el contrario, se reportó un promedio igual a 86,2% en el desacuerdo y total desacuerdo en la espera de sentir emociones negativas como *temor* (90,6%), *susto* (90,6%), *frustración* (90,6%), *enojo* (86,8%), *abatimiento* (86,8%), *rechazo* (84,9%) y *tensión* (73,6%). Así, el *abatimiento* ($M=1,38$; $DE=,77$) y el *susto* ($M=1,38$; $DE=,66$) son las emociones de menor intensidad y la *tensión* ($M=1,79$; $DE=1,02$) es la más intensa.

Finalmente, se aprecia que en promedio existe un 31,0% de sujetos que no están de acuerdo ni en desacuerdo en la espera de experimentar emociones positivas y un 11,0% para la futura manifestación de emociones negativas. En consecuencia, estos resultados están relacionados con una menor fiabilidad para las emociones positivas ($\alpha=,79$) y una mayor para las emociones negativas ($\alpha=,87$).



Gráfica IV.7. Intensidad de las emociones que los estudiantes esperan sentir hacia el clima de aula.
Fuente: Elaboración propia.

IV.2.3. Análisis inferencial

IV.2.3.1. Análisis de normalidad: prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov

En este subapartado se presentan los resultados de la aplicación de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov para una muestra independiente, cuyo propósito es determinar si los datos de la muestra provienen de una distribución normal de la población en cada una de las dimensiones del aprendizaje sobre la enseñanza de las ciencias basada en la indagación, según las emociones que vaticinan 53 estudiantes al iniciar la asignatura.

Esta prueba sirve para contrastar la hipótesis nula de que la distribución de una variable se ajusta a una distribución teórica de probabilidad con tendencia normal (Berlanga y Rubio, 2012). En una distribución o curva normal cuya forma es simétrica (campana de Gauss), la mayoría de los casos están cerca del centro y los menos están en los extremos. En este sentido, el 50,0% de los valores se encuentran por debajo de la media (Aaron y Aaron, 2001). Esto ocurre cuando la media es 0 y el desvío estándar es 1. Por tanto, para determinar si se cumple este supuesto estadístico, para cada emoción, la hipótesis nula (de homogeneidad) y la hipótesis alternativa (de diferencias) está dada en términos de los siguientes enunciados generales:

- H_0 = La distribución de las intensidades de las emociones positivas y negativas no difieren de la distribución normal.
- H_1 = La distribución de las intensidades de las emociones positivas y negativas difieren de la distribución normal.

En la tabla IV.7 se presentan los estadísticos Z de prueba y las estimaciones de los valores de significancias asintóticas bilaterales observadas, a partir de un intervalo de confianza (IC) equivalente a 95,0% y un nivel de significación estadística igual a 5,00% ($p=,05$).

Los resultados indican un p -valor $<,05$ para las catorce emociones positivas y emociones negativas en las cinco dimensiones analizadas, por lo que permiten afirmar que existen diferencias estadísticamente significativas. En consecuencia, se rechazan las hipótesis de homogeneidad y se aceptan las hipótesis alternativas. Es decir, los datos de la muestra no provienen de una población con distribución normal.

Tabla IV.7

Prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov en las variables del estudio piloto en función de las dimensiones de análisis

Variable	Asignatura		Contenidos científicos		Metodología indagatoria		Profesora		Clima de aula	
	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p
Susto	,353	,000*	,398	,000*	,332	,000*	,431	,000*	,434	,000*
Temor	,309	,000*	,364	,000*	,301	,000*	,417	,000*	,422	,000*
Enojo	,426	,000*	,405	,000*	,408	,000*	,456	,000*	,452	,000*
Tensión	,250	,000*	,250	,000*	,298	,000*	,368	,000*	,327	,000*
Frustración	,313	,000*	,346	,000*	,373	,000*	,474	,000*	,384	,000*
Abatimiento	,317	,000*	,386	,000*	,422	,000*	,506	,000*	,463	,000*
Rechazo	,428	,000*	,425	,000*	,425	,000*	,504	,000*	,410	,000*
Entusiasmo	,229	,000*	,234	,000*	,208	,000*	,280	,000*	,262	,000*
Contento	,253	,000*	,313	,000*	,213	,000*	,280	,000*	,225	,000*
Interés	,334	,000*	,345	,000*	,226	,000*	,279	,000*	,278	,000*
Afinidad	,225	,000*	,235	,000*	,264	,000*	,237	,000*	,238	,000*
Tranquilidad	,211	,000*	,288	,000*	,277	,000*	,215	,000*	,203	,000*
Gozo	,275	,000*	,223	,000*	,249	,000*	,208	,000*	,225	,000*
Asombro	,195	,000*	,189	,000*	,185	,000*	,197	,000*	,294	,000*

Nota: * $p <,05$ Fuente: Elaboración propia.

IV.2.3.2. Análisis correlacional: prueba no paramétrica de correlación de Spearman

El presente subapartado tiene como propósito correlacionar las emociones positivas y emociones negativas para determinar el grado de asociación entre pares de variables aleatorias continuas; cuya escala de medida es ordinal, sin el establecimiento formal de relaciones de causalidad. Las correlaciones indican si existe una relación, la dirección y la fuerza de esta entre dos variables (ver cuadro IV.1).

Para representarla se procede al cálculo del coeficiente de correlación, cuya fuerza es mayor cuando la correlación se aproxima a +1 o -1 desde 0 (McMillan y Schumacher, 2005). En Ciencias Sociales es habitual realizar la interpretación de los coeficientes de correlación a partir de un cuadro como el siguiente (Bisquerra, 2014).

Coeficiente	Interpretación
De 0 a ,20	Correlación prácticamente nula
De ,21 a ,40	Correlación baja
De ,41 a ,70	Correlación moderada
De ,71 a ,90	Correlación alta
De ,91 a 1	Correlación muy alta

Cuadro IV.1. Interpretación de los coeficientes de correlación. Fuente: Bisquerra (2014).

A partir de las matrices generales de los datos en cada dimensión se calcularon las matrices de correlaciones mediante la prueba no paramétrica de correlación de Spearman, dado que los datos carecen de normalidad. Las nuevas matrices incluyen los coeficientes de correlación de Spearman (ρ) como indicadores de la fuerza de las relaciones entre las variables. Además, con la intención de establecer la existencia de diferencias estadísticamente significativas o no significativas en las asociaciones entre las variables, se establecieron intervalos de confianza del 95,0% y 99,0%, cuyas significaciones estadísticas son equivalentes a $p=,05$ y $p=,01$ respectivamente.

Así, para cada par de variables se definieron las siguientes hipótesis:

- H_0 = No existe relación significativa entre las intensidades de cada par de emociones.
- H_1 = Existe una relación significativa entre las intensidades de cada par de emociones.

Como se muestra en la tabla IV.8, los resultados indican que en todas las dimensiones se establecían correlaciones significativas, por lo cual se rechazaron las hipótesis nulas en la mayoría de las relaciones. En promedio, el 71,9% de todas las correlaciones posibles bivariadas correspondían al nivel $p=,01$ (99,0% de confianza de que las correlaciones son verdaderas y la probabilidad de error es menor que el 1,00%), a diferencia del 28,1% correspondiente al nivel $p=,05$ (95,0% de confianza y probabilidad de error menor que el 5,00%).

Tabla IV.8

Frecuencias relativas de correlaciones no paramétricas significativas entre las variables en función de las dimensiones de análisis

Dimensión	FR**	FR*
Asignatura	65,3	34,7
Contenidos científicos	79,7	20,3
Metodología indagatoria	72,1	27,9
Profesora	66,0	34,0
Clima de aula	76,5	23,6

Nota: ** $p=,01$; * $p=,05$ Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia que los *contenidos científicos* (79,7%), el *clima de aula* (76,5%) y la *metodología indagatoria* (72,1%) son las dimensiones que registraron las mayores frecuencias de correlación entre los pares de variables al nivel $p=,01$ mientras que la *asignatura* (34,7%) y la *profesora* (34,0%) reportaron las frecuencias más altas al nivel $p=,05$. A manera de síntesis, la tabla IV.9 expone las asociaciones lineales de mayor relevancia entre las variables, las cuales se interpretan como moderadas y altas con dirección positiva, en función de las dimensiones analizadas.

Tabla IV.9

Principales correlaciones entre las variables en función de las dimensiones de análisis

Asignatura	Contenidos científicos	Metodología indagatoria	Profesora	Clima de aula
Susto-Enojo (,602**)	Frustración-Susto (,606**)	Abatimiento-Susto (,693**)	Temor-Tensión (,663**)	Tensión-Frustración (,626**)
Gozo-Tranquilidad (,613**)	Frustración-Temor (,797**)	Abatimiento-Enojo (,642**)	Enojo-Frustración (,725**)	Abatimiento-Enojo (,675**)
	Frustración-Tensión (,734**)	Abatimiento-Frustración (,713**)	Rechazo-Frustración (,726**)	Abatimiento-Rechazo (,604**)
		Abatimiento-Rechazo (,647**)	Rechazo-Abatimiento (,631**)	
		Tensión-Temor (,622**)	Susto-Tensión (,635**)	
		Tensión-Frustración (,660**)	Susto-Frustración (,649**)	
		Entusiasmo-Contento (,714**)		
		Entusiasmo-Tranquilidad (,694**)		
		Entusiasmo-Gozo (,627**)		
		Contento-Afinidad (,677**)		
		Contento-Tranquilidad (,651**)		

Nota: * $p < ,05$; ** $p < ,01$ Fuente: Elaboración propia.

En lo que refiere a la *asignatura* (ver tabla IV.10) los coeficientes Rho de Spearman indican que existían correlaciones moderadas entre *susto* y *enojo* ($\rho = ,602$); *gozo* y *tranquilidad* ($\rho = ,613$). Respecto a los *contenidos científicos* (ver tabla IV.11), se aprecia que la *frustración* correlacionaba positivamente con *susto* ($\rho = ,606$), *temor* ($\rho = ,797$) y *tensión* ($\rho = ,734$), cuyas relaciones se interpretan como moderadas y altas con dirección positiva respectivamente. Por otra parte, frente a la *metodología indagatoria* (ver tabla IV.12), el *abatimiento* correlacionaba de forma positiva con el *susto* ($\rho = ,693$), el *enojo* ($\rho = ,642$), la *frustración* ($\rho = ,713$) y el *rechazo* ($\rho = ,647$). Asimismo, la *tensión* establecía relaciones significativas con el *temor* ($\rho = ,622$) y la *frustración* ($\rho = ,660$).

En relación con las emociones positivas, el *entusiasmo* correlacionaba positivamente con *contento* ($\rho = ,714$), *tranquilidad* ($\rho = ,694$) y *gozo* ($\rho = ,627$). De manera similar, la *tranquilidad* ($\rho = ,651$) y la *afinidad* ($\rho = ,677$) estaban correlacionadas con *contento*. Sobre las emociones experimentadas hacia la *profesora* (ver tabla IV.13), los resultados evidencian correlaciones significativas entre *temor* y *tensión* ($\rho = ,663$), *enojo* y *frustración* ($\rho = ,725$), *rechazo* y *frustración* ($\rho = ,726$), *rechazo* y *abatimiento* ($\rho = ,631$). También, el *susto* correlacionaba positivamente con *tensión* ($\rho = ,635$) y *frustración* ($\rho = ,649$). Finalmente, respecto al *clima de aula* (ver tabla IV.14) existían correlaciones positivas entre *tensión* y *frustración* ($\rho = ,626$). Además, el *abatimiento* presentaba una asociación positiva con el *enojo* ($\rho = ,675$) y el *rechazo* ($\rho = ,604$).

Tabla IV.10

Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Susto	-													
2. Temor	,244	-												
3. Enojo	,602**	,238	-											
4. Tensión	,342*	,589**	,346*	-										
5. Frustración	,530**	,582**	,471**	,584**	-									
6. Abatimiento	,489**	,276*	,389**	,336*	,284*	-								
7. Rechazo	,298*	,269	,483**	,292*	,518**	-,460**	-							
8. Entusiasmo	-,291*	-,417**	-,342*	-,279*	-,291*	-,340*	-,286*	-						
9. Contento	-,369**	-,503**	-,349*	-,445**	-,562**	-,275**	-,383**	,588**	-					
10. Interés	-,267	-,399*	-,344*	-,384**	-,322*	-,302*	-,429**	,545**	,556**	-				
11. Afinidad	-,465**	-,391**	-,518**	-,351**	-,475**	-,421**	-,436**	,484**	,596**	,558**	-			
12. Tranquilidad	-,458**	-,365**	-,345*	-,567**	-,484**	-,309*	-,325*	,450**	,477**	,137	,427**	-		
13. Gozo	-,243	-,252	-,330*	-,255	-,325*	-,393**	-,419**	,448**	,588**	,391**	,528**	,613**	-	
14. Asombro	-,225	-,132	-,198	-,116	-,169	-,111	-,087	,494**	,394**	,326*	,314*	,402*	,361**	-

Nota: * $p < ,05$; ** $p < ,01$ Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.11

Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión contenidos científicos

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Susto	-													
2. Temor	,509**	-												
3. Enojo	,349*	,349*	-											
4. Tensión	,474**	,558**	,509**	-										
5. Frustración	,606**	,797**	,343*	,734**	-									
6. Abatimiento	,368**	,377**	,297*	,455**	,574**	-								
7. Rechazo	,481**	,387**	,332*	,24**	,550**	,447**	-							
8. Entusiasmo	-,337*	-,455**	-,214	-,416**	-,502**	-,460**	-,357**	-						
9. Contento	-,358**	-,383**	-,421**	-,554**	-,425**	-,356**	-,495**	,381**	-					
10. Interés	-,099	-,238	-,262	-,344*	-,259	-,253	-,414**	,452**	,475**	-				
11. Afinidad	-,257	-,311*	-,432**	-,453**	-,304*	-,216	-,376**	,435**	,454**	,270	-			
12. Tranquilidad	-,226	-,404**	-,201	-,550**	-,488**	-,412**	-,302*	,584**	,550**	,298*	,522**	-		
13. Gozo	-,124	-,133	-,091	-,366**	-,182	-,279*	-,236	,484**	,351**	,268	,493**	,626**	-	
14. Asombro	,076	,101	-,036	-,047	,126	,055	,001	,320*	,158	,173	,366**	,270	,417**	-

Nota: * $p < ,05$; ** $p < ,01$ Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.12

Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión metodología indagatoria

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Susto	-													
2. Temor	,592**	-												
3. Enojo	,542**	,440**	-											
4. Tensión	,516**	,622**	,424**	-										
5. Frustración	,479**	,574**	,465**	,660**	-									
6. Abatimiento	,693**	,559**	,642**	,496**	,713**	-								
7. Rechazo	,610**	,508**	,573**	,442**	,522**	,647**	-							
8. Entusiasmo	-,238	-,353**	-,001	-,361**	-,391**	-,164	-,234	-						
9. Contento	-,369**	-,330*	-,133	-,364**	-,311*	-,336*	-,347*	,714**	-					
10. Interés	-,308*	-,364**	-,207	-,338*	-,362**	-,312*	-,321*	,555**	,468**	-				
11. Afinidad	-,170	-,151	-,185	-,296*	-,321*	-,312*	-,226	,526**	,677**	,518**	-			
12. Tranquilidad	-,261	-,306*	-,042	-,384**	-,274*	-,169	-,180	,694**	,651**	,365**	,521**	-		
13. Gozo	-,351*	-,307*	-,183	-,469**	-,434**	-,278*	-,224	,627**	,534**	,576**	,597**	,568**	-	
14. Asombro	-,400**	-,267	-,269	-,294*	-,291*	-,181	-,137	,233	,247	,373**	,314*	,235	,409**	-

Nota: * $p < ,05$; ** $p < ,01$ Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.13

Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión profesora

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Susto	-													
2. Temor	-,148	-												
3. Enojo	,596**	,498**	-											
4. Tensión	,635**	,663**	,479**	-										
5. Frustración	,649**	,579**	,725**	,498**	-									
6. Abatimiento	,421**	,363**	,446**	,410**	,525**	-								
7. Rechazo	,560**	,432**	,517**	,594**	,726**	,631**	-							
8. Entusiasmo	-,148	-,137	-,147	-,281*	-,118	-,202	-,199	-						
9. Contento	-,324*	-,236	-,462**	-,228	-,418**	-,374**	-,356**	,540**	-					
10. Interés	-,018	-,079	-,090	-,227	-,256	-,168	-,252	,337*	,451**	-				
11. Afinidad	-,271*	-,302*	-,313*	-,367**	-,276*	-,226	-,344*	,296*	,438**	,462**	-			
12. Tranquilidad	-,218	-,209	-,212	-,226	-,132	,096	,174	,226	,263	,316*	,486**	-		
13. Gozo	-,327*	-,126	-,130	-,249	-,367**	-,111	-,283*	,286*	,382**	,337*	,352**	,408**	-	
14. Asombro	-,056	-,050	-,102	-,173	-,150	-,167	-,095	-,199	-,356**	-,252	-,344*	,174	-,283*	-

Nota: * $p < ,05$; ** $p < ,01$ Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.14

Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión clima de aula

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Susto	-													
2. Temor	,444**	-												
3. Enojo	,280*	,483**	-											
4. Tensión	,435**	,385**	,515**	-										
5. Frustración	,454**	,464**	,518**	,626**	-									
6. Abatimiento	,465**	,552**	,675**	,563**	,574**	-								
7. Rechazo	,408**	,574**	,399**	,532**	,514**	,604**	-							
8. Entusiasmo	-,117	-,070	-,104	-,353**	-,316*	-,085	-,207	-						
9. Contento	,138	-,174	-,166	-,187	-,309*	-,018	-,120	,586**	-					
10. Interés	,083	-,037	-,276*	-,232	-,359**	-,221	-,151	,437**	,332*	-				
11. Afinidad	-,041	-,264	-,330*	-,474**	-,401**	-,276*	-,330*	,434**	,485**	,482**	-			
12. Tranquilidad	-,063	-,007	-,108	-,447**	-,340*	-,127	-,214	,509**	,533**	,391**	,596**	-		
13. Gozo	-,244	-,152	-,193	-,406**	-,350*	-,309*	-,375**	,395**	,300*	,481**	,425**	,449**	-	
14. Asombro	-,261	-,224	,140	-,074	-,100	-,004	-,064	,157	,090	,208	,134	,036	,164	-

Nota: * $p < ,05$; ** $p < ,01$ Fuente: Elaboración propia.

En resumen, respecto al diagnóstico de las emociones que se exhiben al comienzo de la asignatura en el grupo T1 hallamos que,

- Las emociones positivas alcanzan la mayor intensidad media en todas las dimensiones a diferencia de las emociones negativas que registran la menor intensidad.
- Las emociones positivas registran las medias de intensidad más altas en referencia al profesor y los contenidos científicos.
- Las emociones negativas registran la intensidad media más alta respecto a la asignatura.
- A nivel general, las emociones positivas más intensas son *interés, entusiasmo, contento y tranquilidad*. Por otra parte, las emociones negativas que asumen la mayor intensidad media son *tensión, temor, frustración y susto*.
- En la dimensión contenidos científicos, *frustración* correlaciona positivamente con *temor y tensión*.
- Respecto a la metodología indagatoria se establecen correlaciones positivas entre *abatimiento y frustración, entusiasmo y contento*.
- Conforme incrementa la *frustración* hacia la profesora aumenta el *enojo y rechazo*.

Las emociones que alcanzan las mayores intensidades en cada dimensión se presentan en orden descendente en el cuadro IV.2.

Tipo de emoción	Asignatura	Contenidos científicos	Metodología indagatoria	Profesora	Clima de aula
Emociones positivas	Interés	Interés	Interés	Interés	Contento
	Contento	Entusiasmo	Entusiasmo	Entusiasmo	Interés
	Entusiasmo	Contento	Contento	Contento	Entusiasmo
Emociones negativas	Tensión	Tensión	Tensión	Tensión	Tensión
	Abatimiento	Frustración	Susto	Susto	Rechazo
	Temor	Temor	Temor	Temor	Frustración

Cuadro IV.2. Emociones de mayor intensidad en el estudio piloto según la dimensión de análisis.
Fuente: Elaboración propia.

IV.3. Estudio descriptivo transversal, multivariante y comparativo sobre la intensidad de las emociones

En términos metodológicos, este estudio pretende destacar evidencias de fiabilidad y validez de constructo de las escalas Likert sobre la intensidad de las emociones de los estudiantes respecto a las cinco dimensiones del proceso de aprendizaje sobre la enseñanza de las ciencias basada en la indagación, mediante el análisis descriptivo general, multivariante o factorial exploratorio y no paramétrico según el sexo.

Por tanto, la aplicación del instrumento con denominación C-1-E representa una segunda validación que se extiende a una muestra no probabilística incidental constituida por N=185 sujetos, quienes integran los grupos T1, T2, T4 y T5 de la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I del Grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Huelva, en el primer cuatrimestre del curso académico 2016-2017.

Cabe destacar que, tras la administración del instrumento C-0-E en la prueba piloto, se sustituyeron algunas variables por otras, dado que el significado de las emociones parecía que no eran lo suficientemente comprensibles para los futuros maestros. De esta forma, *abatimiento*, *contento*, *afinidad* y *gozo* fueron remplazadas por *aburrimiento*, *satisfacción*, *aceptación* y *bienestar* correspondientemente.

IV.3.1. Análisis descriptivo intergrupo

Se presenta el análisis descriptivo general para las catorce variables en función de las cinco dimensiones de análisis, por lo cual se reportan las propiedades psicométricas (ver tablas IV.15 a IV.19) y el análisis de frecuencias sobre el grado de acuerdo declarado por N=185 sujetos respecto a la intensidad con la que experimentaron las emociones positivas y negativas en el momento previo de la intervención. Por otra parte, en la tabla IV.20 (ver más adelante) se exponen a nivel global los estadísticos descriptivos de tendencia central, variabilidad, distribución y fiabilidad en función del tipo de emoción para cada dimensión.

Los resultados son favorables pues se evidencia que las emociones positivas obtuvieron medias de intensidad más elevadas en las cinco dimensiones, en comparación con las emociones negativas que reportaron los valores más bajos en todas (ver gráfica IV.8).

Las emociones positivas registraron la intensidad promedio más baja en la dimensión *metodología indagatoria* ($M=3,50$; $DE=,31$) mientras que asumieron la intensidad media más alta en la dimensión *profesor* ($M=3,77$; $DE=,30$). No obstante, los resultados de las demás dimensiones son muy similares entre sí.

Tabla IV.15

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo transversal en la dimensión asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	185	1,85	1,05	1,10	1,00	1,00	,95	-,18	1-5	4,00
Temor	185	1,92	1,04	1,09	1,04	1,00	,90	-,05	1-5	4,00
Enojo	185	1,61	1,05	1,09	1,00	1,00	1,65	1,67	1-5	4,00
Tensión	185	2,25	1,19	1,43	2,00	1,00	,75	-,35	1-5	4,00
Frustración	185	1,94	1,13	1,28	2,00	1,00	1,11	,43	1-5	4,00
Aburrimiento	185	2,06	1,03	1,07	2,00	1,00	,90	,53	1-5	4,00
Rechazo	185	1,52	,81	,65	1,00	1,00	1,59	2,22	1-5	4,00
Entusiasmo	185	3,71	,85	,73	4,00	4,00	-1,00	1,53	1-5	4,00
Satisfacción	185	3,41	,87	,75	3,00	4,00	-,60	,72	1-5	4,00
Interés	185	4,16	,85	,72	4,00	4,00	-1,23	2,12	1-5	4,00
Aceptación	185	3,75	,84	,71	4,00	4,00	-,59	,70	1-5	4,00
Tranquilidad	185	3,19	-,11	,89	3,00	3,00	-,11	,11	1-5	4,00
Bienestar	185	3,55	,79	,63	4,00	4,00	-,53	1,07	1-5	4,00
Asombro	185	3,28	1,18	1,40	3,00	3,00	-,32	-,59	1-5	4,00

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla IV.16

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo transversal en la dimensión contenidos científicos

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	185	1,77	1,06	1,14	1,00	1,00	1,29	,74	1-5	4,00
Temor	185	1,88	1,09	1,19	1,00	1,00	1,07	,26	1-5	4,00
Enojo	185	1,52	,89	,79	1,00	1,00	1,71	2,33	1-5	4,00
Tensión	185	2,11	1,14	1,31	2,00	1,00	,70	-,55	1-5	4,00
Frustración	185	1,75	,97	,94	1,00	1,00	1,39	1,62	1-5	4,00
Aburrimiento	185	1,88	,94	,88	2,00	1,00	,92	,54	1-5	4,00
Rechazo	185	1,49	,82	,68	1,00	1,00	1,86	3,46	1-5	4,00
Entusiasmo	185	3,88	,80	,64	4,00	4,00	-,69	1,03	1-5	4,00
Satisfacción	185	3,56	,86	,75	4,00	4,00	-,48	,44	1-5	4,00
Interés	185	4,12	,84	,70	4,00	4,00	-1,07	1,53	1-5	4,00
Aceptación	185	3,68	,80	,64	4,00	4,00	-,56	,92	1-5	4,00
Tranquilidad	185	3,19	,89	,79	3,00	3,00	-,06	,14	1-5	4,00
Bienestar	185	3,52	,85	,72	3,00	3,00	-,20	,21	1-5	4,00
Asombro	185	3,21	1,18	1,40	3,00	3,00	-,40	-,57	1-5	4,00

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.17

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo transversal en la dimensión metodología indagatoria

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	185	2,06	1,15	1,33	2,00	1,00	,90	,01	1-5	4,00
Temor	185	2,11	1,15	1,33	2,00	1,00	,82	-,18	1-5	4,00
Enojo	185	1,62	,91	,82	1,00	1,00	1,49	1,74	1-5	4,00
Tensión	185	2,28	1,19	1,42	2,00	1,00	,55	-,66	1-5	4,00
Frustración	185	1,75	,99	,98	1,00	1,00	1,30	1,04	1-5	4,00
Aburrimiento	185	1,97	1,08	1,16	2,00	1,00	,96	,25	1-5	4,00
Rechazo	185	1,57	,92	,84	1,00	1,00	1,80	2,94	1-5	4,00
Entusiasmo	185	3,62	,95	,91	4,00	4,00	-,58	,47	1-5	4,00
Satisfacción	185	3,56	,93	,86	4,00	4,00	-,42	,18	1-5	4,00
Interés	185	3,98	,85	,72	4,00	4,00	-,83	1,15	1-5	4,00
Aceptación	185	3,61	,87	,75	4,00	4,00	-,76	1,12	1-5	4,00
Tranquilidad	185	3,11	,93	,87	3,00	3,00	-,11	-,03	1-5	4,00
Bienestar	185	3,50	,85	,72	4,00	4,00	-,56	,45	1-5	4,00
Asombro	185	3,11	1,24	1,54	3,00	3,00	-,08	-,85	1-5	4,00

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.18

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo transversal en la dimensión profesor

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	185	1,52	,89	,79	1,00	1,00	1,84	2,91	1-5	4,00
Temor	185	1,59	,98	,95	1,00	1,00	1,79	2,80	1-5	4,00
Enojo	185	1,45	,87	,75	1,00	1,00	1,97	3,38	1-5	4,00
Tensión	185	1,83	1,09	1,19	1,00	1,00	1,19	,51	1-5	4,00
Frustración	185	1,52	,89	,79	1,00	1,00	1,90	3,38	1-5	4,00
Aburrimiento	185	1,55	,88	,78	1,00	1,00	1,63	2,21	1-5	4,00
Rechazo	185	1,37	,75	,56	1,00	1,00	2,43	6,57	1-5	4,00
Entusiasmo	185	3,83	,93	,87	4,00	4,00	-1,09	1,74	1-5	4,00
Satisfacción	185	3,88	,86	,75	4,00	4,00	-,74	,85	1-5	4,00
Interés	185	4,04	,85	,72	4,00	4,00	-,83	,85	1-5	4,00
Aceptación	185	4,01	,85	,72	4,00	4,00	-,60	,07	1-5	4,00
Tranquilidad	185	3,57	1,01	1,03	4,00	4,00	-,39	-,23	1-5	4,00
Bienestar	185	3,88	,85	,73	4,00	4,00	-,68	,85	1-5	4,00
Asombro	185	3,19	1,28	1,64	3,00	3,00	-,23	-,90	1-5	4,00

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.19

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo transversal en la dimensión clima de aula

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	185	1,57	,93	,86	1,00	1,00	1,68	2,34	1-5	4,00
Temor	185	1,57	,89	,79	1,00	1,00	1,76	3,03	1-5	4,00
Enojo	185	1,60	,94	,88	1,00	1,00	1,56	1,87	1-5	4,00
Tensión	185	1,91	1,02	1,03	2,00	1,00	,91	,09	1-5	4,00
Frustración	185	1,63	,93	,87	1,00	1,00	1,67	2,66	1-5	4,00
Aburrimiento	185	1,96	1,08	1,17	2,00	1,00	,87	-,17	1-5	4,00
Rechazo	185	1,54	,80	,64	1,00	1,00	1,55	2,55	1-5	4,00
Entusiasmo	185	3,63	,92	,84	4,00	4,00	-,64	,63	1-5	4,00
Satisfacción	185	3,60	,92	,84	4,00	4,00	-,75	,84	1-5	4,00
Interés	185	3,80	,83	,68	4,00	4,00	-,66	1,29	1-5	4,00
Aceptación	185	3,70	,84	,70	4,00	4,00	-,56	,66	1-5	4,00
Tranquilidad	185	3,52	,87	,76	4,00	4,00	-,38	,30	1-5	4,00
Bienestar	185	3,70	,88	,78	4,00	4,00	-,71	,93	1-5	4,00
Asombro	185	2,97	1,21	1,47	3,00	3,00	-,17	-,81	1-5	4,00

Nota: Fuente: Elaboración propia.

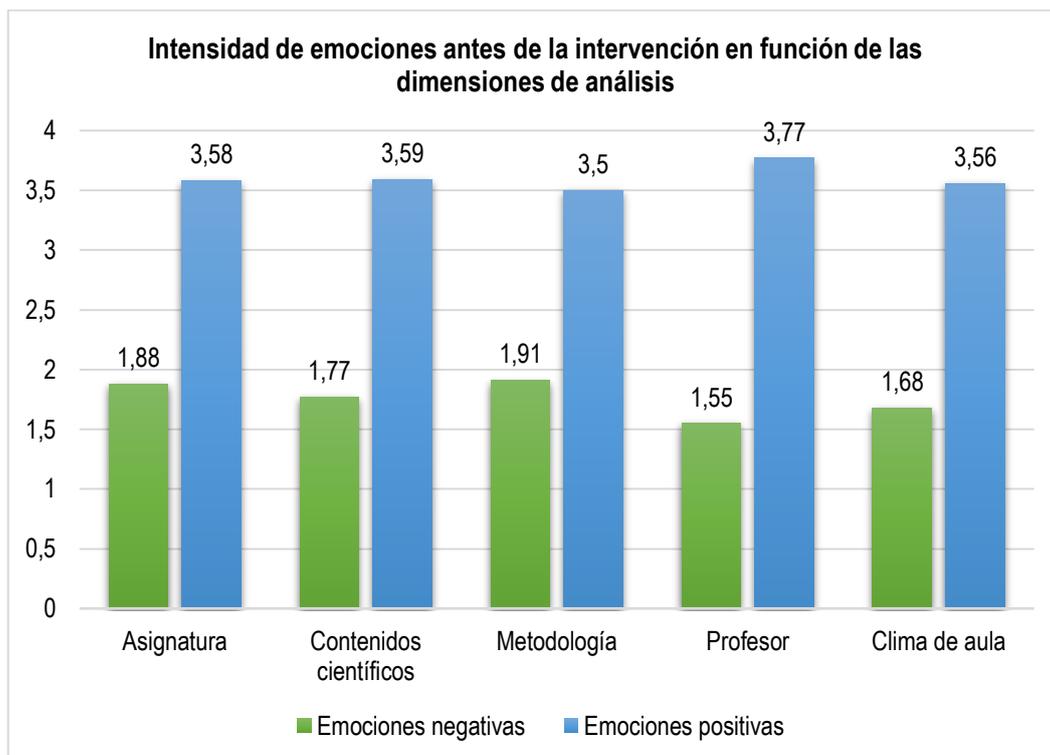
Tabla IV.20

Estadísticos descriptivos sobre intensidad de emociones que experimentaron estudiantes antes de la intervención

Dimensión	Tipo de emoción	Momento de la intervención		Asimetría	Curtosis	Alfa de Cronbach
		Antes				
		M	DE			
Asignatura	Positiva	3,58	,33	-,63	,81	,75
	Negativa	1,88	,12	1,12	,61	,83
Contenidos científicos	Positiva	3,59	,34	-,49	,53	,77
	Negativa	1,77	,22	1,28	1,20	,85
Metodología indagatoria	Positiva	3,50	,31	-,48	,36	,80
	Negativa	1,91	,27	1,12	,73	,87
Profesor	Positiva	3,77	,30	-,65	,46	,77
	Negativa	1,55	,14	1,82	3,11	,88
Clima de aula	Positiva	3,56	,27	-,55	,55	,81
	Negativa	1,68	,18	1,43	1,77	,88

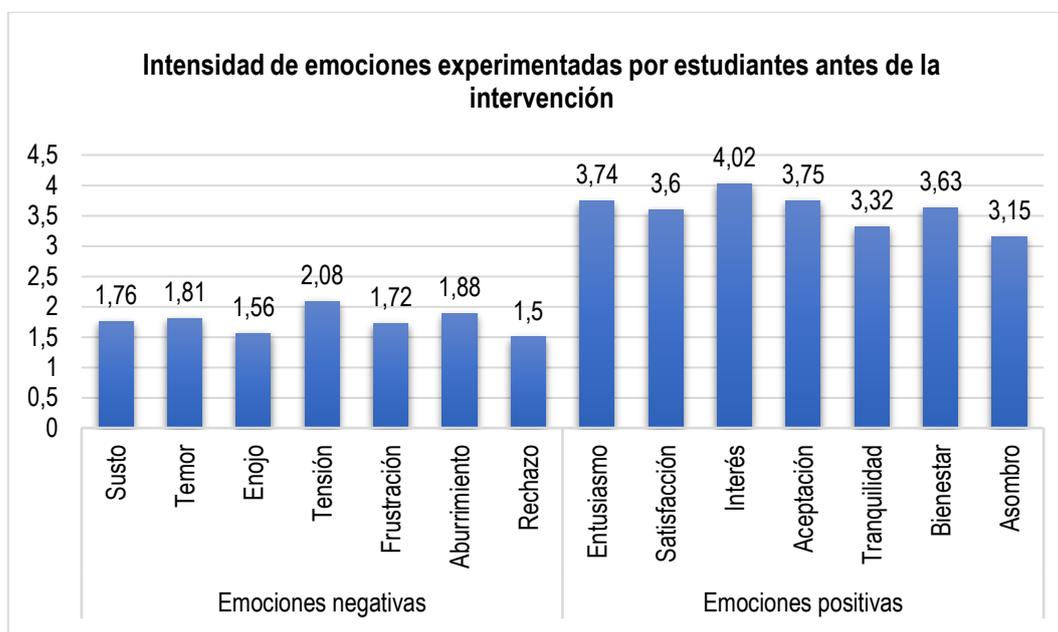
Nota: Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, las emociones negativas de mayor intensidad se relacionan con la *asignatura* ($M=1,88$; $DE=,12$) y la *metodología indagatoria* ($M=1,91$; $DE=,27$), las demás presentaron una media similar. En consecuencia, la diferencia entre las medias de intensidad de emociones positivas y negativas es mayor para el *profesor* (2,22) y la menor discrepancia se asocia a la *metodología indagatoria* (1,59).



Gráfica IV.8. Intensidad media de las emociones positivas y negativas experimentadas por estudiantes antes de la intervención en función de las dimensiones de análisis. Fuente: Elaboración propia.

En conjunto, las emociones positivas representan un facilitador para las siguientes fases de la intervención. Una alta intensidad de emociones positivas respecto a todas las dimensiones analizadas podría favorecer la progresión y disposición al aprendizaje sobre la enseñanza de las Ciencias y una implicación emocional e intelectual en la resolución del problema sociocientífico que constituye la intervención. En términos globales, en la gráfica IV.9 se exponen las puntuaciones medias correspondientes a las emociones negativas y positivas que declaran sentir los estudiantes en la fase preliminar de la mediación.



Gráfica IV.9. Intensidades medias de las emociones positivas y negativas que manifestaron los estudiantes antes de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

Como se desprende de la gráfica anterior, *interés* ($M=4,02$), *aceptación* ($M=3,75$) y *entusiasmo* ($M=3,74$) reportaron la mayor intensidad media del conjunto de emociones positivas, acompañada de una intensidad moderada de *tensión* ($M=2,08$), *aburrimiento* ($M=1,88$) y *temor* ($M=1,81$).

La *tranquilidad* ($M=3,32$) y el *asombro* ($M=3,15$) son las emociones positivas de menor intensidad mientras que el *rechazo* ($M=1,50$) y el *enojo* ($M=1,56$) son las emociones negativas más tenues respecto a la totalidad de las puntuaciones de la muestra. Estos resultados son favorables y permitieron el diseño de la intervención partiendo de las emociones que experimentaron los estudiantes en la fase preliminar de la investigación.

En el presente estudio se aprecia que los estudiantes manifestaron *interés* con mayor intensidad hacia la *asignatura* ($M=4,16$; $DE=,85$), los *contenidos científicos* ($M=4,12$; $DE=,84$), la *metodología indagatoria* ($M=3,98$; $DE=,85$), el *profesor* ($M=4,04$; $DE=,85$) y el *clima de aula* ($M=3,80$; $DE=,83$) respectivamente, en comparación con las demás emociones positivas (ver tablas 15 a 19).

En relación con las emociones negativas se aprecia que *tensión* es la variable más intensa del conjunto respecto a la *asignatura* ($M=2,25$; $DE=1,19$), los *contenidos científicos* ($M=2,11$; $DE=1,14$), la *metodología indagatoria* ($M=2,28$; $DE=1,19$) y el *profesor* ($M=1,83$; $DE=1,09$) (ver tablas 15 a 18); mientras que el *aburrimiento* ($M=1,96$; $DE=1,08$) supera levemente a la *tensión* ($M=1,91$; $DE=1,02$) frente al *clima de aula* (ver tabla IV.19).

Por otra parte, la asimetría fue inferior a 2,0 y la curtosis menor a 7,0 en todas las dimensiones y en casi la totalidad de las variables, excepto rechazo ($Asimetría=2,43$) lo cual se aproxima a condiciones de normalidad estadística en la distribución de los datos (Curran, West y Finch, 1996). No obstante, como se expone más adelante en el apartado IV.3.3.1 se demostró que los datos de la muestra provienen de una población con distribución no normal.

En cuanto a la fiabilidad interna de las variables que se miden a través de las escalas Likert se obtuvieron en promedio valores alfa de Cronbach superiores a ,75 y ,83 para las emociones positivas y emociones negativas respectivamente; los cuales se consideran adecuados. En este sentido, se evidencia que existe mayor fiabilidad para las emociones negativas, en comparación con las emociones positivas. Como se muestra en la tabla IV.20, el *profesor* ($\alpha=,88$) y el *clima de aula* ($\alpha=,88$) registraron las consistencias más elevadas para las emociones negativas, mientras que el *clima de aula* ($\alpha=,81$) y la *metodología indagatoria* ($\alpha=,80$) asumieron mayores fiabilidades para las emociones positivas.

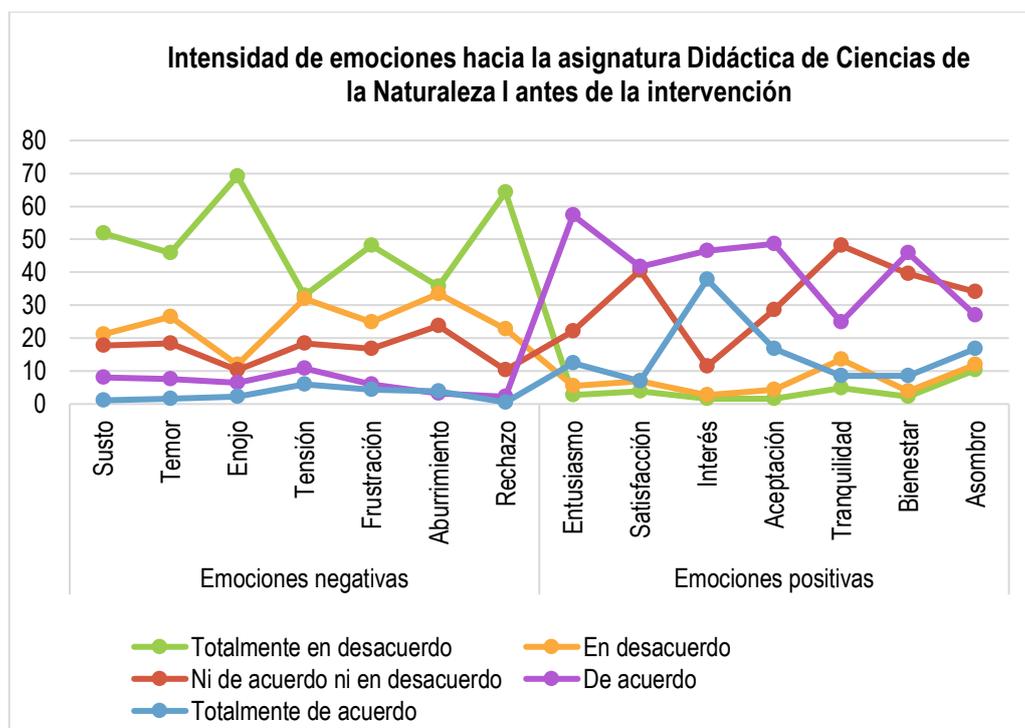
IV.3.2. Análisis de frecuencias

Seguidamente, se presenta el análisis de frecuencias sobre la intensidad de las emociones respecto a las dimensiones *asignatura*, *contenidos científicos*, *metodología indagatoria*, *profesor/a* y *clima de aula*. Este describe las tendencias en los niveles de acuerdo sobre las variables que constituyen las escalas Likert y se procede a las sumas y promedios de las valoraciones positivas (*totalmente de acuerdo* y *de acuerdo*), negativas (*totalmente en desacuerdo* y *de acuerdo*) y neutra (*ni de acuerdo ni en desacuerdo*) para facilitar la interpretación de los resultados, contrastándolos con los valores de fiabilidad según el tipo de emoción.

- ***Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I***

En la gráfica IV.10 se muestra el porcentaje del grado de acuerdo sobre la intensidad de las emociones positivas y negativas que declaran sentir los estudiantes sobre la *asignatura* antes de la intervención. Los resultados indican que los sujetos sentían mayoritariamente emociones positivas como *interés* (84,3%), *entusiasmo* (69,7%), *aceptación* (65,4%), *bienestar* (54,5%), *satisfacción* (48,3%), *asombro* (43,8%) y *tranquilidad* (33,5%), en comparación con las emociones negativas. En síntesis, sobresalen *interés* ($M=4,16$; $DE=,85$), *entusiasmo* ($M=3,71$; $DE=,85$) y *aceptación* ($M=3,75$; $DE=,84$) como las variables de mayor intensidad y frecuencia.

Además, se evidencia una alta proporción estadística respecto al grado de desacuerdo en la manifestación de emociones negativas como *rechazo* (87,0%), *enojo* (81,1%), *susto* (73,0%), *frustración* (73,0%), *temor* (72,2%), *aburrimiento* (69,2%) y *tensión* (64,9%). En otras palabras, la *tensión* ($M=2,25$; $DE=1,19$) y el *aburrimiento* ($M=2,06$; $DE=1,03$) representan las emociones negativas de mayor intensidad. En promedio, el 34,1% de los sujetos no está de acuerdo ni en desacuerdo en la manifestación de emociones positivas y el 15,0% tampoco está de acuerdo respecto a las emociones negativas. En consecuencia, estos resultados están relacionados con una menor fiabilidad interna para las emociones positivas ($\alpha=,75$) y una mayor fiabilidad para las emociones negativas ($\alpha=,83$).



Gráfica IV.10. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes respecto a la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I antes de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

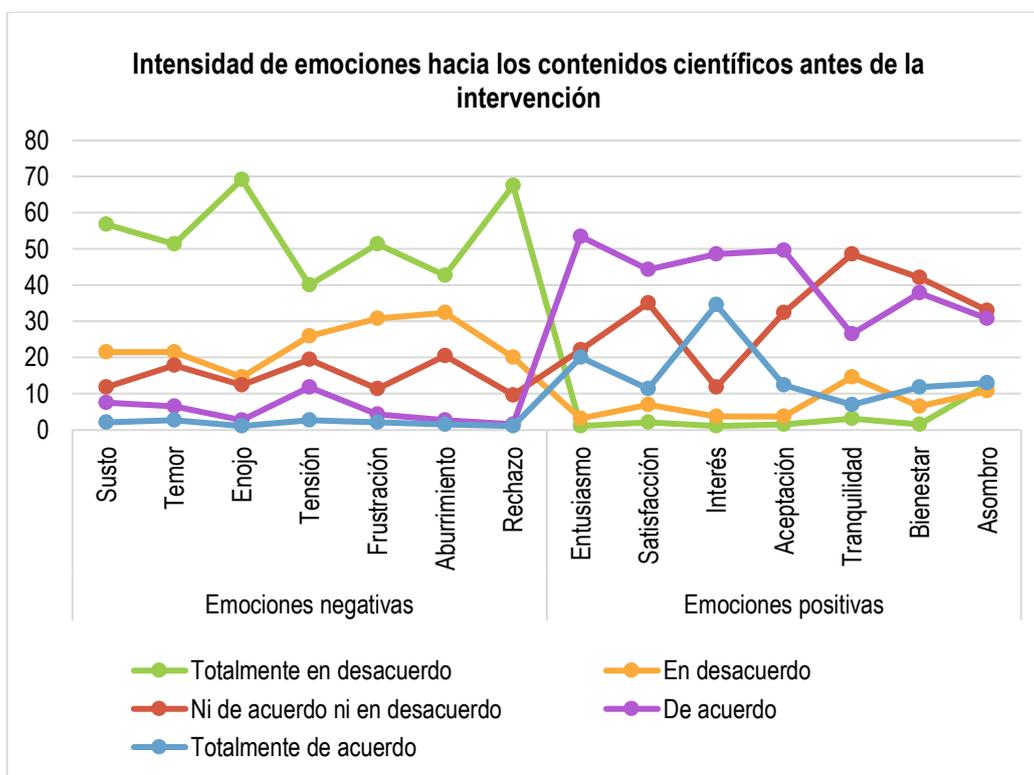
- **Contenidos científicos**

En cuanto a las emociones que declaran sentir los estudiantes hacia los *contenidos científicos* (ver gráfica IV.11), existe un mayor grado de consistencia interna ($\alpha=,85$) entre las puntuaciones de la muestra respecto a que las emociones negativas son las experimentadas con menor intensidad y frecuencia, lo cual está representado por el 14,7% de sujetos que no está de acuerdo ni en desacuerdo en la manifestación de emociones negativas. Por su parte, en promedio, el 32,2% tampoco lo está respecto a las emociones positivas ($\alpha=,77$).

Así, están totalmente y en desacuerdo en la manifestación de emociones negativas como *rechazo* (87,6%), *enojo* (83,8%), *frustración* (82,2%), *susto* (78,4%), *aburrimiento* (75,1%), *temor* (73%) y

tensión (65,9%). No obstante, *tensión* ($M=2,11$; $DE=1,14$), *temor* ($M=1,88$; $DE=1,09$) y *aburrimiento* ($M=1,88$; $DE=,94$) son las variables de mayor intensidad en este conjunto.

En términos generales, los resultados evidencian que los estudiantes sienten mayoritariamente emociones positivas hacia los *contenidos científicos*. De esta forma, manifiestan *interés* (83,2%), *entusiasmo* (73,5%), *aceptación* (62,1%), *satisfacción* (55,7%), *bienestar* (49,7%), *asombro* (43,8%) y *tranquilidad* (33,5%). Así, *interés* ($M=4,12$; $DE=,84$), *entusiasmo* ($M=3,88$; $DE=,80$) y *aceptación* ($M=3,68$; $DE=,80$) son las emociones más intensas y frecuentes.



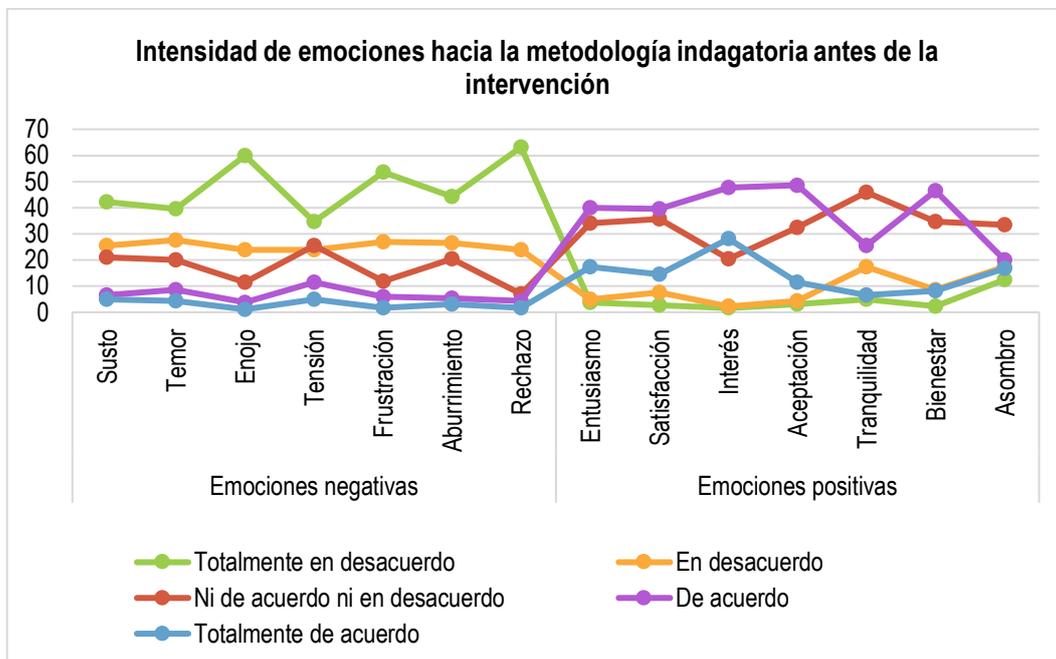
Gráfica IV.11. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes respecto a los contenidos científicos antes de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

• Metodología indagatoria

Ante la *metodología indagatoria* (ver gráfica IV.12), los estudiantes experimentaron mayoritariamente emociones positivas como *interés* (75,7%), *aceptación* (60,0%), *entusiasmo* (57,3%), *bienestar* (54,6%), *satisfacción* (54,1%), *asombro* (36,8%) y *tranquilidad* (31,9%). Así, en promedio, existe un grado de acuerdo favorable igual a 52,9% respecto a la manifestación de emociones positivas, el cual es respaldado por una consistencia interna equivalente a $\alpha=,80$. En promedio, *interés* ($M=3,98$; $DE=,85$) y *entusiasmo* ($M=3,62$; $DE=,95$) son las emociones de mayor intensidad y frecuencia.

Por otra parte, la mayoría de los sujetos no están de acuerdo en la manifestación de emociones negativas como *rechazo* (87,0%), *enojo* (83,8%), *frustración* (80,5%), *aburrimiento* (70,8%), *susto*

(67,1%), *temor* (67,1%) y *tensión* (58,4%). Tal desacuerdo es respaldado por $\alpha=,87$. De esta manera, *tensión* ($M=2,28$; $DE=1,19$) y *susto* ($M=2,06$; $DE=1,15$) destacan como las emociones negativas más intensas y frecuentes. Finalmente, en promedio el 33,8% y el 16,8% de los sujetos no están de acuerdo ni en desacuerdo en la manifestación de emociones positivas y negativas respectivamente.



Gráfica IV.12. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes respecto a la metodología indagatoria antes de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

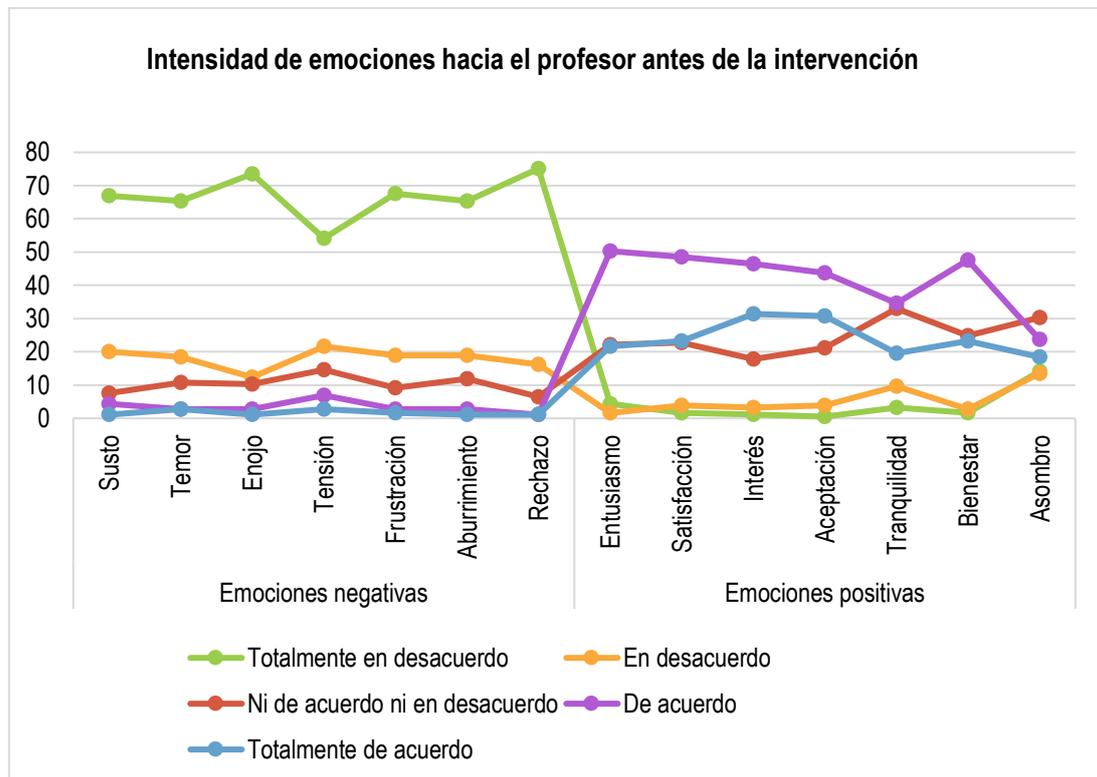
- **Profesor**

Respecto a las emociones que los estudiantes sentían hacia el *profesor* de la asignatura (ver gráfica IV.13), los resultados indican en promedio una mayor intensidad de las emociones positivas ($M=3,77$; $DE=,30$) frente a las emociones negativas ($M=1,55$; $DE=,14$), con una fiabilidad igual a $\alpha=,77$.

Más del 70,0% de los sujetos manifestó *interés* (77,9%), *aceptación* (74,6%), *entusiasmo* (71,9%), *satisfacción* (71,8%) y *bienestar* (70,8%), siendo *interés* ($M=4,04$; $DE=,85$) y *aceptación* ($M=4,01$; $DE=,85$) las emociones positivas de mayor intensidad media. Otras emociones positivas de menor intensidad corresponden a *tranquilidad* (54,1%) y *asombro* (42,2%).

Por otra parte, tres cuartas partes de los sujetos de la muestra puntúan sobre los niveles totalmente en desacuerdo y en desacuerdo sobre la experimentación de emociones negativas como *rechazo* (91,3%), *susto* (87,0%), *frustración* (86,5%), *enojo* (85,9%), *aburrimiento* (84,3%), *temor* (83,8%) y *tensión* (75,7%), resultados que son respaldados por $\alpha=,88$.

Sin embargo, se aprecia que *tensión* ($M=1,83$; $DE=1,09$) y *temor* ($M=1,59$; $DE=,98$) son las emociones negativas más intensas. En promedio, el 24,6% de los sujetos no está de acuerdo ni en desacuerdo en la manifestación de emociones positivas y el 10,1% tampoco lo está para las emociones negativas.



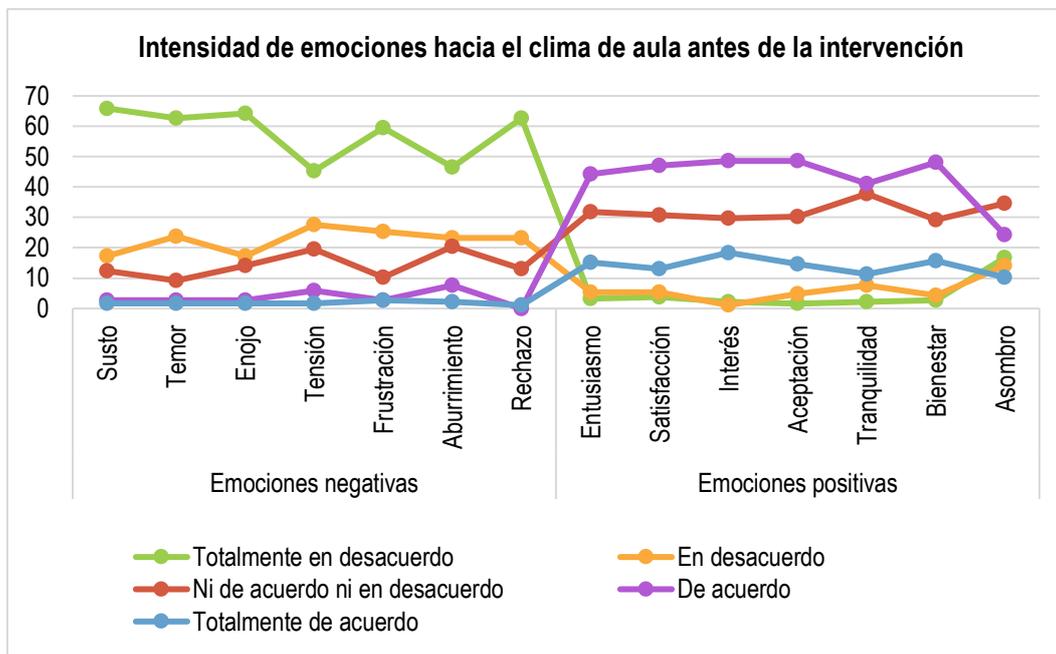
Gráfica IV.13. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes respecto al profesor, antes de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

- **Clima de aula**

Como puede observarse en la gráfica IV.14, las emociones positivas son experimentadas en mayor medida respecto al *clima de aula*, en el momento previo a la intervención. Más de la mitad de los estudiantes indican un grado de acuerdo favorable sobre *interés* (67,0%), *bienestar* (63,8%), *aceptación* (63,2%), *satisfacción* (60,0%), *entusiasmo* (59,4%) y *tranquilidad* (52,5%). Por su parte, *asombro* (34,6%) es la emoción positiva menos experimentada. Las variables de mayor intensidad media son *interés* ($M=3,80$; $DE=,83$), *bienestar* ($M=3,70$; $DE=,88$) y *aceptación* ($M=3,70$; $DE=,84$).

Por otra parte, más del 70,0% de las puntuaciones de la escala Likert se ubican en los niveles en desacuerdo y totalmente en desacuerdo para las emociones negativas como *temor* (86,5%), *rechazo* (85,9%), *frustración* (84,9%), *susto* (83,2%), *enojo* (81,6%), *tensión* (73,0%) y *aburrimiento* (70,0%). No obstante, las emociones negativas de mayor intensidad y frecuencia son *aburrimiento* ($M=1,96$; $DE=1,08$) y *tensión* ($M=1,91$; $DE=1,02$).

En promedio el 32,0% y el 14,1% de los sujetos no está *de acuerdo ni en desacuerdo* en la manifestación de emociones positivas y negativas respectivamente. En definitiva, estos resultados están relacionados con una menor fiabilidad para las emociones positivas ($\alpha=,81$) y una mayor consistencia para las emociones negativas ($\alpha=,88$).



Gráfica IV.14. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes respecto al clima de aula antes de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

IV.3.3. Análisis inferencial

IV.3.3.1. Análisis de normalidad: prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov

Para determinar si los datos de la muestra provienen de una población con distribución normal se realizó la prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov para las catorce emociones positivas y negativas en función de la dimensión de análisis. Para cada emoción se formuló la hipótesis nula y alternativa:

- H_0 = La distribución de las emociones positivas y negativas no difieren de la distribución normal.
- H_1 = La distribución de las emociones positivas y negativas difieren de la distribución normal.

En la tabla IV.21 se incluyen los resultados de la prueba Kolmogorov-Smirnov, considerando un intervalo de confianza del 95,0% ($p=,05$). Los resultados indican un $p<,05$ para todas las emociones en las cinco dimensiones analizadas, por tanto, se acepta la hipótesis alternativa. Así, las puntuaciones correspondientes a las emociones positivas y negativas no poseen distribución normal.

Tabla IV.21

Prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov en las variables del estudio descriptivo transversal, multivariante y comparativo en función de las dimensiones de análisis

Variable	Asignatura		Contenidos científicos		Metodología indagatoria		Profesor		Clima de aula	
	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p
Susto	,311	,000*	,332	,000*	,243	,000*	,392	,000*	,390	,000*
Entusiasmo	,329	,000*	,294	,000*	,227	,000*	,290	,000*	,252	,000*
Temor	,271	,000*	,303	,000*	,227	,000*	,381	,000*	,365	,000*
Satisfacción	,238	,000*	,253	,000*	,225	,000*	,274	,000*	,269	,000*
Enojo	,410	,000*	,412	,000*	,353	,000*	,435	,000*	,382	,000*
Interés	,268	,000*	,276	,000*	,264	,000*	,261	,000*	,266	,000*
Tensión	,231	,000*	,235	,000*	,205	,000*	,317	,000*	,269	,000*
Aceptación	,272	,000*	,279	,000*	,276	,000*	,243	,000*	,274	,000*
Frustración	,277	,000*	,295	,000*	,311	,000*	,395	,000*	,344	,000*
Tranquilidad	,244	,000*	,252	,000*	,230	,000*	,204	,000*	,234	,000*
Aburrimiento	,215	,000*	,254	,000*	,259	,000*	,388	,000*	,276	,000*
Bienestar	,260	,000*	,233	,000*	,269	,000*	,264	,000*	,272	,000*
Rechazo	,383	,000*	,399	,000*	,366	,000*	,440	,000*	,375	,000*
Asombro	,184	,000*	,197	,000*	,169	,000*	,166	,000*	,201	,000*

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

IV.3.3.2. Análisis Factorial Exploratorio

Posterior al análisis descriptivo exploratorio se buscó identificar la relación entre las variables que constituyen el cuestionario con denominación C-1-E. Este instrumento mide la intensidad de las emociones de los estudiantes hacia las siguientes dimensiones:

- Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I.
- Contenidos científicos.
- Metodología indagatoria.
- Profesor.
- Clima de aula.

Se aplicó el análisis factorial exploratorio; un método estadístico multivariado comúnmente utilizado en el desarrollo, validación y adaptación de instrumentos de medida psicológicos (Lloret-Segura, Ferreres-Traver, Hernández-Baeza y Tomás-Marco, 2014). Su propósito es identificar las estructuras subyacentes de un conjunto amplio de variables continuas que son capaces de explicar el máximo de información contenida en la totalidad de los datos. Es decir, este método se basa en la reducción de los datos de una matriz de correlaciones formando grupos homogéneos e independientes denominados dimensiones o factores comunes que se forman al correlacionar las variables entre sí.

En este estudio se utilizó el análisis factorial exploratorio para identificar el número e identidad de variables latentes que están mediana y altamente correlacionadas con sus variables originales, las

cuales explican la varianza común del conjunto de ítems del cuestionario y como alternativa para la validación psicométrica de las escalas Likert correspondientes a las cinco dimensiones.

En otras palabras, se determinó la validez de constructo basada en la estructura interna de cada dimensión. De esta forma, se estableció la cantidad de factores que subyacen a los ítems o variables y las saturaciones correspondientes a cada uno en el cuestionario. Previo a la realización del análisis factorial exploratorio fue necesaria la evaluación de los siguientes tres supuestos para determinar la adecuación del análisis (Pérez y Medrano, 2010):

- **Normalidad:** se examinaron los datos para detectar casos atípicos y se evaluó la normalidad de la distribución a través de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov. También, se tomó en cuenta la estimación de asimetría y curtosis, considerando que los valores dentro del umbral $\pm 1,5$ indican leves variaciones de la normal y por ende, resultan adecuados para el análisis factorial.
- **Linealidad:** se examinaron los diagramas de dispersión para evaluar si el patrón de las relaciones entre las variables es lineal. Si las variables de la matriz de correlaciones se relacionan linealmente, el valor del determinante matricial se aproxima a cero, lo cual es un indicador apropiado para el análisis.
- **Multicolinealidad:** se buscaron correlaciones elevadas o redundantes entre las variables o ítems en la matriz de correlación. No se encontraron correlaciones superiores a ,90 en ninguna de las cinco dimensiones. De lo contrario, es probable que el análisis se atenúe y la solución factorial resultante carezca de suficiente estabilidad.

Por su parte, Lloret-Segura et al. (2014) recomiendan otros aspectos a considerar como el tamaño muestral y su composición. Cuanto mayor sea el tamaño de la muestra, menor será el error de muestreo y mayor la estabilidad de la solución factorial. Se recomienda un tamaño muestral de 200 sujetos como mínimo para la obtención de resultados estables.

Estos autores indican que la definición del tamaño muestral interactúa con otros aspectos como la matriz de correlaciones, el tamaño de las saturaciones o pesos factoriales y el número de variables por factor. Por ejemplo, una muestra de 150 a 200 sujetos puede resultar óptima cuando se obtienen saturaciones superiores a 0,70 y al menos seis variables por factor (Lloret-Segura et al., 2014). En el presente estudio, el análisis factorial exploratorio se llevó a cabo sobre las puntuaciones directas de la muestra constituida por 185 estudiantes. El tamaño muestral es próximo a dichas condiciones óptimas.

En el proceso de evaluación sobre la pertinencia del análisis factorial exploratorio se determinó si las variables estaban interrelacionadas suficientemente a través de las pruebas de contraste de esfericidad de Bartlett y la medida de adecuación muestral Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).

La primera prueba detecta la existencia de correlaciones entre las variables y es probable que en la matriz de correlaciones se encuentren valores significativos ($p < ,05$; $p < ,01$). Esta permite el contraste de la hipótesis nula (H_0) afirmando que las variables no están correlacionadas entre sí; es decir, considera que la matriz de correlaciones es una matriz identidad (con valores igual a 1 en las entradas de la diagonal y cero en el resto).

Si los resultados son significativos se acepta la hipótesis alternativa (H_1) que afirma que las variables están correlacionadas de forma suficiente y se rechaza la hipótesis nula de esfericidad. Por el contrario, si las significancias son mayores al nivel de significación estadística ($p > ,05$) no se rechaza H_0 y el modelo factorial es inapropiado para el análisis de los datos. Además, el estadístico de Bartlett (X^2) se distribuye según el modelo Chi-cuadrado en condiciones de normalidad multivariante.

La segunda prueba indica cuán grande es la asociación entre las variables y refleja la influencia del tamaño de las correlaciones entre los ítems, el tamaño muestral, el número de factores y el número de ítems. La medida KMO permite la comparación de la magnitud de los coeficientes de correlación observados con la magnitud de los coeficientes de correlación parcial.

Este índice toma valores comprendidos entre 0 y 1. Se considera suficiente cuando el resultado de la medida de KMO toma valores entre ,70 y ,79; satisfactoria cuando los valores son mayores que ,80; inapropiados cuando los valores son menores que ,50 (Lloret-Segura et al., 2014). El tamaño de KMO también puede evaluarse de acuerdo con Backhaus, Erichson, Plinke y Weiber (2006) (ver cuadro IV.3).

KMO	Bondad de ajuste
,90-1	Muy bueno
,80 a ,90	Buena
,70-,80	Media
,60-,70	Mediocre
,50-,60	Muy mala
<,50	Inaceptable

Cuadro IV.3. Interpretación del grado de ajuste de KMO. Fuente: Backhaus et al. (2006).

Seguido de la adecuación de los datos y las condiciones óptimas, se procedió al desarrollo del análisis factorial exploratorio en cada dimensión considerando las siguientes fases (Bisquerra, 2014):

- Cálculo de la matriz de correlaciones entre todas las variables a partir de los datos originales.
- Extracción de los factores.
- Rotación de los factores.
- Cálculo de las puntuaciones factoriales.

- **Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I**

Antes de emprender el estudio sobre la asignatura, se determinó la adecuación del análisis factorial exploratorio a partir de la normalidad, linealidad y multicolinealidad de los datos, así como la ejecución de las pruebas de adecuación muestral KMO y esfericidad de Bartlett. Estos supuestos estadísticos permiten evaluar la bondad de ajuste de los datos al modelo factorial.

Con respecto a la normal, se han estimado los índices promedio de asimetría y curtosis para las emociones positivas (-,63 y ,81; respectivamente) y negativas (1,12 y ,61; correspondientemente), por lo que se encuentran dentro del umbral $\pm 1,5$; lo cual indica variaciones leves en la normalidad y en consecuencia resulta apropiada tal factorización (Forero et al., 2009).

A partir de la matriz general de los datos originales se calculó la matriz de correlaciones que es capaz de indicar la variabilidad conjunta de todas las variables. Atendiendo al supuesto de linealidad se obtuvo un determinante matricial ($det=,004$) próximo a cero, por lo que es un buen indicador de la idoneidad del análisis.

Como se muestra en la tabla IV.22 (ver más adelante), a partir de los coeficientes de correlación de Pearson se evidencia la presencia de 156 correlaciones significativas (69,6% de las posibles correlaciones bivariadas corresponden al nivel $p<,05$ y 16,3% corresponden al nivel $p<,01$). Además, 37 correlaciones son superiores a 0,30 y todas son inferiores a 0,90 (criterio de multicolinealidad). En consecuencia, existen suficientes correlaciones significativas que justifican el análisis factorial.

Como se muestra en la tabla IV.23, tanto el valor de la medida de adecuación muestral KMO que es equivalente a 0,850 (valor satisfactorio), como la prueba de esfericidad de Bartlett, cuyo nivel de significación es $p=,000$ ($p<,05$) proporcionan respaldo estadístico suficiente para el modelo factorial. De esta forma se verifica que las variables están lo suficientemente correlacionadas entre sí y por tanto se rechaza la hipótesis nula de esfericidad.

Tabla IV.23

Pruebas de medida de adecuación muestral KMO y Bartlett para la dimensión asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,850
Prueba de esfericidad de Bartlett	χ^2	969,252
	df	91
	p	,000

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, se realizó la extracción de los factores a partir de la descomposición de la matriz de correlaciones en la matriz factorial y su inversa. Para ello, se aplicó el método por componentes principales porque se pretendía extraer el mínimo número de factores que explicara el mayor porcentaje de la varianza contenida en las variables originales.

Tabla IV.22

Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Susto	-													
2. Temor	,663*	-												
3. Enojo	,401*	,374*	-											
4. Tensión	,471*	,498*	,339*	-										
5. Frustración	,468*	,414*	,51*	,571*	-									
6. Aburrimiento	,238**	,125*	,298*	,265*	,469*	-								
7. Rechazo	,461*	,311*	,493*	,361*	,566*	,49*	-							
8. Entusiasmo	-,186**	-,183**	-,249*	-,223**	-,301*	-,394*	-,382*	-						
9. Satisfacción	-,035	-,073	-,155*	-,151*	-,277*	-,367*	-,313*	,534*	-					
10. Interés	-,156*	-,139*	-,263*	-,179**	-,294*	-,469*	-,392*	,574*	,571*	-				
11. Aceptación	-,208**	-,102	-,157*	-,11	-,171*	-,188**	-,395*	,427*	,351*	,315*	-			
12. Tranquilidad	-,333*	-,299*	-,226**	-,225**	-,238**	-,017	-,207**	,115	,15*	,11	,251*	-		
13. Bienestar	-,157*	-,172*	-,332*	-,157*	-,263*	-,385*	-,415*	,484*	,514*	,463*	,381*	,317*	-	
14. Asombro	,147*	,189**	,007	,216**	,05	-,209**	-,04	,328*	,273*	,284*	,197**	-,058	,257	-

Nota: * $p < ,05$; ** $p < ,01$ Fuente: Elaboración propia.

En este método, la diagonal principal de la matriz de correlaciones está constituida por unidades. Esta extracción permite explicar la totalidad de la varianza observada; en consecuencia, las comunalidades o proporciones de la varianza explicadas por la solución factorial resultante son iguales a la unidad. A partir del modelo factorial, en la tabla IV.24 se presentan las comunalidades asignadas inicialmente a las variables y las comunalidades reproducidas por la solución factorial en la extracción.

Tabla IV.24

Comunalidades iniciales y extraídas mediante el método de extracción por componentes principales para la dimensión asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I

Variable	Inicial	Extracción
Susto	1,00	,662
Temor	1,00	,620
Enojo	1,00	,457
Tensión	1,00	,573
Frustración	1,00	,692
Aburrimiento	1,00	,659
Rechazo	1,00	,592
Entusiasmo	1,00	,608
Satisfacción	1,00	,586
Interés	1,00	,613
Aceptación	1,00	,532
Tranquilidad	1,00	,680
Bienestar	1,00	,598
Asombro	1,00	,464

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la tabla IV.24, el 86,0% de las emociones presentaron niveles suficientes de comunalidad pues alcanzaron valores superiores al 50,0%, lo que indica que pueden ser explicadas por el modelo factorial obtenido. Sin embargo, *enojo* y *asombro* fueron las variables menos explicadas por el modelo. En este caso, el modelo solo fue capaz de representar el 45,7% y 46,4% de la variabilidad original correspondientemente. En consecuencia, se deduce que el número de factores extraídos es suficiente para explicar la mayoría de las variables analizadas.

En la fase de extracción de los factores se calcularon los autovalores mayores que la unidad como criterio para la escogencia del número de factores de la solución factorial. Los autovalores indican el tamaño de la varianza total explicada por cada factor. En la tabla IV.25 se exponen los autovalores iniciales de la matriz de varianza-covarianza acompañados de su correspondiente porcentaje de varianza para cada componente. El porcentaje de varianza representa el cociente de la división del autovalor relacionado con cada componente por la suma de los autovalores iniciales.

Respecto al número de factores a extraer se utilizó el criterio clásico de la regla de Kaiser, por lo que se extrajeron aquellos factores con autovalores mayores a 1. Además, se correspondió de manera coherente con el análisis de las gráficas de sedimentación.

Tabla IV.25

Varianza total explicada mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	4,84	34,57	34,57	4,84	34,57	34,57	3,53	25,20	25,20
2	2,35	16,79	51,36	2,35	16,79	51,36	3,47	24,75	49,94
3	1,15	8,19	59,55	1,15	8,19	59,55	1,35	9,61	59,55
4	0,81	5,76	65,31						
5	0,75	5,39	70,70						
6	0,73	5,20	75,90						
7	0,61	4,33	80,23						
8	0,56	3,98	84,21						
9	0,48	3,39	87,60						
10	0,43	3,06	90,66						
11	0,38	2,69	93,35						
12	0,36	2,57	95,91						
13	0,30	2,13	98,04						
14	0,27	1,96	100,00						

Nota: Fuente: Elaboración propia.

De esta forma, se extrajeron tres factores de la matriz analizada que explican aproximadamente el 60,0% de la varianza de las puntuaciones originales, un nivel considerado suficiente en las Ciencias Sociales (Hair, Anderson, Tatham y Black, 1999).

Una vez extraídos los factores se obtuvo la matriz de estructura que incluye las saturaciones entre las variables del análisis y los factores latentes; es decir, la solución factorial. Para facilitar su interpretación y visualización se rotó la solución original, girándola sobre su propio eje de coordenadas, con el fin de que cada variable esté saturada en un único factor y que cada factor contenga pocas variables que saturan en ellos. En este sentido, se realizó una rotación ortogonal en la que los factores no están correlacionados y son independientes entre sí. Tal rotación se llevó a cabo mediante el método Varimax con normalización Kaiser que minimiza la cantidad de variables con altas saturaciones en cada factor.

La conexión de cada una de las variables originales con un factor es la carga factorial de esa variable en ese factor. Las cargas factoriales se consideran como la correlación de la variable con el factor y cubre el umbral ± 1 pasando por 0 (Aaron y Aaron, 2001). En la tabla IV.26 se presentan las ponderaciones de factores para el análisis factorial exploratorio con rotación Varimax para la dimensión asignatura. Tal rotación ha convergido en 5 iteraciones.

Tabla IV.26

Matriz de componente rotado a través del método de rotación Varimax con normalización Kaiser para la dimensión asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I

Variable	Componente		
	1	2	3
Frustración	,789	-,251	,077
Tensión	,755	-,018	-,055
Susto	,747	,022	-,321
Temor	,706	,076	-,341
Enojo	,637	-,220	-,056
Rechazo	,624	-,448	-,050
Satisfacción	-,083	,756	,088
Interés	-,216	,751	-,039
Entusiasmo	-,200	,748	,095
Bienestar	-,176	,685	,312
Asombro	,312	,600	-,083
Aburrimiento	,447	-,575	,360
Aceptación	-,062	,533	,494
Tranquilidad	-,242	,083	,784

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Puesto que todas las variables saturan en mayor o menor intensidad sobre más de un factor se consideró la relación entre la potencia estadística y el tamaño de la muestra. Diversas investigaciones han demostrado que las cargas factoriales cuentan con errores estándar sustancialmente mayores que las correlaciones habituales, siendo necesario ser más estrictos. El objetivo establecido es lograr un nivel de potencia del 80%, una significación de un ,05 y los errores estándar supuestamente dos veces mayores que los coeficientes convencionales de correlación

(Hair et al., 1999). Así, para un tamaño muestral superior a 150 sujetos se considera aceptable un valor $\geq,45$ para la elección de las variables que conformarán los factores. En la tabla anterior, las ponderaciones iguales o superiores a ese valor se señalan con negrita. A manera de resumen, en la tabla IV.27 se presentan las variables y cargas factoriales que constituyen los tres factores.

Tabla IV.27

Saturaciones factoriales para la dimensión asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I

Factor 1	Factor 2	Factor 3
Frustración (.789)	Satisfacción (.756)	Tranquilidad (.784)
Tensión (.755)	Interés (.751)	Aceptación (.494)
Susto (.747)	Entusiasmo (.748)	
Temor (.706)	Bienestar (.685)	
Enojo (.637)	Asombro (.600)	
Rechazo (.624)	Aburrimiento (-.575)	
Aburrimiento (.447)	Aceptación (.533)	

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Las variables que constituyen el primer factor representado por el 34,6% de la varianza explicada son *frustración, tensión, susto, temor, enojo, rechazo y aburrimiento*. En términos generales, estas variables definieron un factor que puede denominarse *frustración*, dado que produjo la mayor saturación sobre dicho factor. Respecto a la *asignatura*, conforme incrementa la intensidad de la *frustración* aumenta linealmente la intensidad de emociones negativas como *tensión, susto, temor, enojo, rechazo y aburrimiento*.

El 16,8% de la varianza explica el segundo factor, el cual es saturado por las variables *satisfacción, interés, entusiasmo, bienestar, asombro, aburrimiento y aceptación*. El segundo factor representa *satisfacción*; ya que generó la mayor carga factorial; conforme se intensifica dicha emoción, incrementa la intensidad del *interés, entusiasmo, bienestar, asombro y aceptación*, disminuyendo el *aburrimiento*. Finalmente, en el tercer factor se ubica la *tranquilidad*, con una varianza explicada igual a 8,19%. Este factor correlaciona positivamente con *aceptación*.

Como se desprende de la tabla IV.27 cada uno de los factores representados son independientes entre sí y las variables o emociones positivas y emociones negativas que les constituyen saturan significativamente en un único factor, excepto el *aburrimiento* que presenta saturaciones bajas en el primer y segundo factor, así como la *aceptación* que satura en el segundo y último factor.

Partiendo de las puntuaciones factoriales de la matriz de componentes rotados se procedió al cálculo de la Varianza Media Extraída (VME) y la Fiabilidad Compuesta (FC). El primer estadístico evidencia la relación entre la varianza que retiene un determinado factor en relación con la varianza total debida al error de medida de ese factor y su valor óptimo es $\geq,50$. El segundo toma en cuenta la influencia de los otros constructos sobre el medido; en otras palabras, considera las interrelaciones de los constructos extraídos y debería ser $\geq,70$ (Fornell y Larcker, 1981).

Para calcular la VME y FC primero realizamos el análisis de componentes principales. En segundo lugar, en una matriz de Excel® anotamos las puntuaciones factoriales que vienen en la matriz de componentes rotados correspondientes a cada variable o indicador y las sumamos. En tercer lugar, elevamos al cuadrado todas las puntuaciones factoriales y sumamos las potencias resultantes. En cuarto lugar, en cada variable procedemos a la resta de la unidad menos la potencia y a la suma de esas diferencias. En quinto lugar, se calcula el promedio de las potencias. En sexto lugar, la VME se calcula a partir del cociente derivado del resultado de la suma de las potencias por la suma de dichas potencias más el resultado de la suma de las diferencias de las unidades y potencias. En séptimo lugar, calculamos la raíz cuadrada de la VME.

Finalmente, para el cálculo de la FC multiplicamos dos veces el resultado de la suma de las catorce puntuaciones factoriales y las dividimos por el producto anterior más la sumatoria de las diferencias entre las unidades y las potencias. Como se muestra en la tabla IV.28 se obtuvo valores óptimos en ambos estadísticos, la VME apenas alcanzó el límite recomendado y la FC se ubica muy por encima del valor satisfactorio.

Tabla IV.28
*Varianza Media Extraída y Fiabilidad Compuesta de los factores extraídos en la dimensión
 asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I*

M	VME	Raíz VME	FC
,5	,5	,70	,93

Nota: Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, el cálculo de la matriz de correlaciones entre todas las variables originales, la extracción de los factores por el método de componentes principales y su rotación Varimax con normalización Kaiser, permitieron evaluar la estructura factorial subyacente a la matriz de todas las puntuaciones sobre el grado de acuerdo en la intensidad de las emociones experimentadas por estudiantes hacia la asignatura.

Esta aproximación permitió resumir el número de variables emocionales incluidas en la escala Likert sobre la dimensión asignatura, por lo que se redujo de catorce a tres emociones. Así, se identifican tres factores denominados *frustración*, *satisfacción* y *tranquilidad* que representan las variables emocionales que cargan en mayor medida cada factor (,789; ,756; ,784). *Frustración* y *tranquilidad* son las variables con mayor comunalidad (,692 y ,680, respectivamente) y, por tanto, representan la mayor proporción de varianza explicada por el modelo factorial obtenido.

Cabe resaltar que se obtuvo una solución factorial constituida por ocho saturaciones superiores a 0,70 y al menos seis variables por factor, lo cual es óptimo dado el tamaño muestral superior a 150 sujetos (Lloret-Segura et al., 2014). Para finalizar, aproximadamente el 60,0% de la varianza total está contenida en dichos factores. La *satisfacción* con una comunalidad igual a 0,586 se aproxima al nivel considerado razonable en Ciencias Sociales. Dicha estructura factorial puede verificarse mediante Análisis Factorial Confirmatorio.

- **Contenidos científicos**

Para identificar la estructura subyacente a las variables que constituyen la escala Likert de la dimensión *contenidos científicos* se aplicó el mismo procedimiento. Se determinó la adecuación del análisis multivariante mediante los supuestos de normalidad, linealidad, multicolinealidad, prueba de medida de adecuación muestral KMO y prueba de esfericidad de Bartlett.

La asimetría y curtosis media de las emociones positivas son -0,49 y 0,53 respectivamente y las correspondientes para las emociones negativas son 1,28 y 1,20; coeficientes que indican una aproximación de normalidad en la distribución de los ítems de la escala considerando valores en el rango $\pm 1,5$ recomendado por Forero et al. (2009).

Al correlacionar todas las puntuaciones de las variables se obtuvo un $det=,003$; resultado próximo a cero que indica la existencia de una relación lineal. Al analizar la matriz de correlaciones se observa que 16,3% y 72,8% de las correlaciones son significativas al nivel $p<,01$ y $p<,05$ bilateral respectivamente. Asimismo, se aprecia que 47 relaciones registraron coeficientes de correlación de Pearson $\geq ,30$ y todas las correlaciones son $<,90$ (ver tabla IV.29 más adelante).

Como se aprecia en la tabla IV.30, el valor resultante de KMO es 0,862; un buen grado de ajuste, y la prueba de Bartlett es significativa ($p=,000$); por lo que se considera que las variables están lo suficientemente correlacionadas. Al cumplirse los supuestos para la adecuación del análisis se procedió a la extracción de los factores mediante el Método de Componentes Principales.

Tabla IV.30

Pruebas de medida de adecuación muestral KMO y Bartlett para la dimensión contenidos científicos

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,862
Prueba de esfericidad de Bartlett	χ^2	1015,163
	<i>df</i>	91
	<i>p</i>	,000

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Al cumplirse los supuestos para la adecuación del análisis se procedió a la extracción de los factores mediante el Método de Componentes Principales. En la tabla IV.31 (ver más adelante) se exponen las comunalidades iniciales de las variables y las extraídas por la factorización. El 85,7% de las variables presentan suficientes niveles de comunalidad, siendo superiores a 0,500; por tanto, explican el 50,0% de la varianza de cada variable. Se realizó la determinación de los autovalores iniciales y se seleccionaron como factores aquellas variables con autovalores mayores a la unidad, a partir del criterio de la raíz latente, así como el contraste de caída. Se aprecia que los dos primeros componentes explicaron el 52,47% de la variabilidad. No obstante, para contar con aproximadamente el 60,0% de la varianza explicada se procedió a la selección de tres factores (ver tabla IV.32 más adelante).

Tabla IV.29

Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión contenidos científicos

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Susto	-													
2. Temor	,687*	-												
3. Enojo	,471*	,504*	-											
4. Tensión	,441*	,596*	,454*	-										
5. Frustración	,428*	,486*	,471*	,511*	-									
6. Aburrimiento	,190**	,300*	,374*	,246*	,261*	-								
7. Rechazo	,465*	,56*	,692*	,467*	,563*	,549*	-							
8. Entusiasmo	-,141**	-,18**	-,241*	-,205**	-,221**	-,259*	-,234**	-						
9. Satisfacción	-,242*	-,29*	-,243*	-,185**	-,333*	-,381*	-,307*	,545*	-					
10. Interés	-,103	-,168*	-,359*	-,15*	-,265*	-,39*	-,353*	,541*	,50*	-				
11. Aceptación	-,158**	-,177*	-,204**	-,143*	-,272*	-,232**	-,287*	,355*	,371*	,332*	-			
12. Tranquilidad	-,366*	-,34*	-,286*	-,354*	-,367*	-,24*	-,361*	,209**	,311*	,195	,303*	-		
13. Bienestar	-,136**	-,112	-,315*	-,162*	-,272*	-,374*	-,349*	,421*	,493*	,425*	,369*	,349*	-	
14. Asombro	,082	,063	,03	,179**	,013	-,193**	-,005	,292*	,305*	,326*	,21**	,023	,243*	-

Nota: * $p < ,05$; ** $p < ,01$ Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.31

Comunalidades iniciales y extraídas mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión contenidos científicos

Variable	Inicial	Extracción
Susto	1,00	,608
Temor	1,00	,686
Enojo	1,00	,679
Tensión	1,00	,590
Frustración	1,00	,540
Aburrimiento	1,00	,634
Rechazo	1,00	,775
Entusiasmo	1,00	,558
Satisfacción	1,00	,620
Interés	1,00	,622
Aceptación	1,00	,484
Tranquilidad	1,00	,546
Bienestar	1,00	,520
Asombro	1,00	,454

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Para facilitar la interpretación de los factores se realizó la rotación ortogonal de la matriz de estructura que incluye la solución factorial a través del método Varimax con normalización Kaiser. En la tabla IV.33 se organizan las variables de mayor a menor según el tamaño de las cargas factoriales para los tres factores extraídos y se señalan en negrita las saturaciones más significativas $\geq,45$ con el propósito de que cada variable sature en mayor medida en un único factor y que cada factor contenga un número suficiente de variables que lo identifiquen.

Tabla IV.33

Matriz de componente rotado a través del método de rotación Varimax con normalización Kaiser para la dimensión contenidos científicos

Variable	Componente		
	1	2	2
Temor	,789	-,044	,248
Susto	,772	-,048	,099
Tensión	,749	-,031	,169
Frustración	,664	-,227	,217
Rechazo	,580	-,166	,642
Enojo	,548	-,103	,606
Aburrimiento	,143	-,300	,723
Satisfacción	-,207	,743	-,160
Entusiasmo	-,103	,726	-,140
Bienestar	-,138	,670	-,230
Aceptación	-,245	,646	,082
Interés	-,018	,636	-,467
Asombro	,332	,559	-,176
Tranquilidad	-,591	,412	,162

Nota: Fuente: Elaboración propia.

En la tabla IV.34 se resumen los factores extraídos con sus saturaciones. Las emociones que integran el primer factor son *temor, susto, tensión, frustración, rechazo, enojo y tranquilidad*. Este factor es explicado por el 36,5% de la varianza total.

Tabla IV.32

Varianza total explicada mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión contenidos científicos

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	5,12	36,54	36,54	5,12	36,54	36,54	3,47	24,79	24,79
2	2,23	15,93	52,47	2,23	15,93	52,47	3,02	21,54	46,33
3	0,97	6,92	59,40	0,97	6,92	59,40	1,83	13,06	59,40
4	0,84	5,96	65,36						
5	0,76	5,41	70,76						
6	0,68	4,86	75,62						
7	0,59	4,22	79,84						
8	0,58	4,17	84,01						
9	0,53	3,79	87,80						
10	0,48	3,46	91,26						
11	0,39	2,75	94,01						
12	0,34	2,45	96,46						
13	0,27	1,93	98,39						
14	0,23	1,61	100,00						

Nota: Fuente: Elaboración propia.

El factor puede interpretarse como *temor* porque presenta el mayor peso factorial, a medida que incrementa su intensidad se intensifican otras emociones negativas como *susto*, *tensión*, *frustración*, *rechazo* y *enojo*, disminuyendo a su vez la intensidad de la *tranquilidad*. En otras palabras, *temor* correlaciona positivamente con las emociones negativas y *tranquilidad* correlaciona negativamente con *temor*.

Tabla IV.34

Saturaciones factoriales para la dimensión contenidos científicos

Factor 1	Factor 2	Factor 3
Temor (.789)	Satisfacción (.743)	Aburrimiento (.723)
Susto (.772)	Entusiasmo (.726)	Rechazo (.642)
Tensión (.749)	Bienestar (.670)	Enojo (.606)
Frustración (.664)	Aceptación (.646)	Interés (-.467)
Tranquilidad (-.591)	Interés (.636)	
Rechazo (.580)	Asombro (.559)	
Enojo (.548)		

Nota: Fuente: Elaboración propia.

El segundo factor es explicado por el 15,9% de la varianza total y se identifica como *satisfacción*, dado que satura en mayor medida el factor. *Satisfacción* correlaciona positivamente con emociones positivas como *entusiasmo*, *bienestar*, *aceptación*, *interés* y *asombro*. El tercer factor explicado por el 6,92% de la varianza puede interpretarse como *aburrimiento*, el cual correlaciona positivamente con *rechazo* y *enojo* y negativamente con *interés*. Es decir, a medida que aumenta la intensidad del *aburrimiento* se incrementa *rechazo* y *enojo* y disminuye la intensidad del *interés*.

Por otra parte, se aprecia que *rechazo* e *interés* correlacionaban significativamente en más de un factor, pero se incluyen en el modelo factorial por el efecto de las saturaciones debidas al tamaño muestral. Si comparamos estos resultados con las comunalidades extraídas se aprecia que *temor* (.686), *satisfacción* (.620) y *aburrimiento* (.634) presentan tres de las cinco comunalidades más altas del conjunto de variables. En consecuencia, más del 60,0% de la varianza de cada variable está contenida en la solución factorial seleccionada. Como se aprecia en la tabla IV.35, a partir de las ponderaciones de la matriz de componente rotado se obtuvo valores óptimos tanto para la VME (.50) como para la FC (.90).

Tabla IV.35

Varianza Media Extraída y Fiabilidad Compuesta de los factores extraídos en la dimensión contenidos científicos

M	VME	Raíz VME	FC
.50	.50	.70	.90

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los *contenidos científicos*, *temor*, *satisfacción* y *aburrimiento* son las emociones más significativas que registran las mayores intensidades en las correlaciones. La relación entre esas emociones puede validarse mediante la Modelización por Ecuaciones Estructurales.

- **Metodología indagatoria**

Con respecto a la *metodología indagatoria* se analizaron las puntuaciones sobre la intensidad de las emociones que experimentan los estudiantes. Tanto la asimetría como la curtosis se ubicaron en el rango $\pm 1,5$ para las emociones positivas (-,48; ,36) y las emociones negativas (1,12; ,73) respectivamente, por lo que los ítems que constituyen la escala Likert se aproximan a una distribución normal. A partir de la matriz de correlaciones (ver tabla IV.36 más adelante) se obtuvo un $det=,002$ que indica una relación lineal entre las variables. En dicha matriz se constató que el 80,4% y 9,78% de las posibles correlaciones son significativas al nivel $p<,01$ y $p<,05$ respectivamente y que existen 59 correlaciones con un coeficiente de Pearson $\geq ,30$, siendo la totalidad de las relaciones inferiores a ,90, lo cual aporta estabilidad al análisis factorial.

Como se evidencia en la tabla IV.37, la prueba de adecuación muestral KMO indicó un índice adecuado equivalente a ,885 y la prueba de esfericidad de Bartlett resultó significativa al nivel $p=,000$. De esta forma, existen suficientes intercorrelaciones entre las variables. Finalmente, se rechazó la hipótesis nula que afirmaba que las variables no estaban correlacionadas.

Tabla IV.37

Pruebas de medida de adecuación muestral KMO y Bartlett para la dimensión metodología indagatoria

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,885
Prueba de esfericidad de Bartlett	χ^2	1151,617
	<i>df</i>	91
	<i>p</i>	,000

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Una vez extraída la solución factorial por el Método de Componentes Principales (ver tabla IV.38), el 92,8% de las variables presentó suficientes niveles de comunalidad, por lo que más de la mitad de la varianza pudo explicarse a través del modelo factorial. No obstante, *asombro* es la variable menos explicada por la factorización porque la comunalidad extraída es ,415.

Tabla IV.38

Comunalidades iniciales y extraídas mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión metodología indagatoria

Variable	Inicial	Extracción
Susto	1,00	,563
Temor	1,00	,700
Enojo	1,00	,654
Tensión	1,00	,649
Frustración	1,00	,642
Aburrimiento	1,00	,566
Rechazo	1,00	,720
Entusiasmo	1,00	,692
Satisfacción	1,00	,702
Interés	1,00	,597
Aceptación	1,00	,577
Tranquilidad	1,00	,695
Bienestar	1,00	,555
Asombro	1,00	,415

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.36

Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión metodología indagatoria

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Susto	-													
2. Temor	,629*	-												
3. Enojo	,516*	,575*	-											
4. Tensión	,461*	,615*	,546*	-										
5. Frustración	,456*	,605*	,602*	,589*	-									
6. Aburrimiento	,334*	,327*	,365*	,303*	,349*	-								
7. Rechazo	,365*	,517*	,607*	,443*	,575*	,557*	-							
8. Entusiasmo	-,155*	-,24**	-,254*	-,164*	-,336*	-,403*	-,365*	-						
9. Satisfacción	-,298*	-,286*	-,375*	-,226**	-,393*	-,434*	-,396*	,597*	-					
10. Interés	-,198**	-,298*	-,311*	-,189**	-,334*	-,368*	-,413*	,622*	,599*	-				
11. Aceptación	-,143*	-,246*	-,322*	-,187**	-,248*	-,363*	-,336*	,502*	,587*	,493*	-			
12. Tranquilidad	-,38	-,416*	-,347*	-,424*	-,375*	-,288*	-,298*	,244*	,417*	,262*	,364*	-		
13. Bienestar	-,239**	-,256*	-,319*	-,268*	-,37*	-,28*	-,361*	,523*	,518*	,449*	,416*	,381*	-	
14. Asombro	,071	,026	-,020	,100	-,052	-,184**	-,048	,354*	,257*	,213**	,184**	,050	,272*	-

Nota: * $p < ,05$; ** $p < ,01$ Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.39

Varianza total explicada mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión metodología indagatoria

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	5,71	40,81	40,81	5,71	40,81	40,81	4,03	28,78	28,78
2	2,11	15,07	55,89	2,11	15,07	55,89	3,58	25,58	54,37
3	0,90	6,45	62,34	0,90	6,45	62,34	1,12	7,97	62,34
4	0,82	5,88	68,22						
5	0,71	5,08	73,30						
6	0,63	4,48	77,78						
7	0,55	3,93	81,71						
8	0,51	3,66	85,37						
9	0,44	3,11	88,48						
10	0,40	2,88	91,36						
11	0,36	2,60	93,96						
12	0,33	2,33	96,29						
13	0,28	2,00	98,29						
14	0,24	1,71	100,00						

Nota: Fuente: Elaboración propia.

En la tabla IV.39 se presentan los autovalores iniciales y la varianza explicada para cada variable. A partir del criterio de la raíz latente se eligieron los dos primeros componentes porque sus autovalores son mayores a la unidad y contribuyen en el 55,9% de la varianza. No obstante, se procedió a extraer un número fijo de factores igual a tres para alcanzar una varianza superior al 60,0%, lo cual fue consistente con el análisis de sedimentación de las saturaciones para tres componentes. El tercer factor (varianza igual a 6,45%) con un autovalor igual a ,903 contribuye en la explicación del 62,3% de la variabilidad conjunta. Para interpretar los factores se realizó la rotación Varimax de la matriz de estructura. En la tabla IV.40 se presentan de mayor a menor y se resaltan en negrita los pesos o cargas factoriales $\geq,45$ para todas las variables en los tres factores extraídos, considerando un tamaño muestral superior a 150 sujetos.

Tabla IV.40

Matriz de componente rotado a través del método de rotación Varimax con normalización Kaiser para la dimensión metodología indagatoria

Variable	Componentes		
	1	2	3
Temor	,801	-,097	-,219
Enojo	,780	-,205	-,052
Frustración	,760	-,239	-,083
Tensión	,751	-,016	-,291
Rechazo	,738	-,356	,220
Susto	,697	-,035	-,277
Aburrimiento	,512	-,470	,287
Entusiasmo	-,161	,816	-,034
Satisfacción	-,247	,770	,221
Interés	-,230	,738	,024
Aceptación	-,140	,699	,263
Tranquilidad	-,353	,309	,689
Bienestar	-,206	,653	,293
Asombro	,135	,557	-,293

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Una vez rotados los factores se seleccionaron las variables con mayores saturaciones para cada uno de los componentes. Como se desprende de la tabla IV.41, el primer factor es explicado por el 40,8% de la varianza e incluye emociones negativas fuertemente correlacionadas como *temor*, *enojo*, *frustración*, *tensión*, *rechazo*, *susto* y *aburrimiento*.

Tabla IV.41

Saturaciones factoriales para la dimensión metodología indagatoria

Factor 1	Factor 2	Factor 3
Temor (,801)	Entusiasmo (,816)	Tranquilidad (,689)
Enojo (,780)	Satisfacción (,770)	
Frustración (,760)	Interés (,738)	
Tensión (,751)	Aceptación (,699)	
Rechazo (,738)	Bienestar (,653)	
Susto (,697)	Asombro (,557)	
Aburrimiento (,512)	Aburrimiento (-,470)	

Nota: Fuente: Elaboración propia.

De esta forma, el primer factor puede interpretarse como *temor* porque satura fuertemente y comparte rasgos con las demás emociones negativas. En este sentido, *temor* correlaciona positivamente con dichas emociones, conforme aumenta la intensidad del *temor* también incrementa la correspondiente a estas.

El segundo factor se interpreta como *entusiasmo* y es común con emociones positivas como *satisfacción*, *interés*, *aceptación*, *bienestar* y *asombro*. Este componente está explicado por el 15,0% de la varianza y correlaciona negativamente con el *aburrimiento*. Es decir, al aumentar la intensidad del *entusiasmo* incrementa la manifestación de dichas emociones positivas y disminuye la intensidad del *aburrimiento*. Como se aprecia en la tabla IV.40, *aburrimiento* presenta correlaciones débiles en el primer y segundo factor, pero se considera significativo dado que se aceptan saturaciones superiores a 0,45 para la muestra de 185 estudiantes.

El tercer factor, con una varianza del 6,45% está representado por *tranquilidad*. En conjunto, los tres factores acumulan el 62,3% de la varianza y en su mayoría están constituidos cada uno por al menos seis variables. Asimismo, las correlaciones se interpretan como moderadas y altas.

En la tabla IV.42 se aprecia que a partir de las puntuaciones factoriales de la matriz de componentes rotados, se obtuvo valores óptimos de Varianza Media Extraída (VME=,51) y Fiabilidad Compuesta (FC=,94).

Tabla IV.42
Varianza Media Extraída y Fiabilidad Compuesta de los factores extraídos en la dimensión metodológica indagatoria

M	VME	Raíz VME	FC
,51	,51	,71	,94

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Al comparar estos resultados con las comunalidades extraídas, se evidencia que *temor* (.700), *entusiasmo* (.692) y *tranquilidad* (.695) representan tres de las cinco variables cuyas comunalidades permiten explicar satisfactoriamente el modelo factorial sin perder mucha información. En síntesis, a partir del análisis factorial exploratorio se determinó que *temor*, *entusiasmo* y *tranquilidad* son las emociones más representativas que experimentan los estudiantes respecto a la metodología indagatoria antes de la intervención, es decir, indican las mayores intensidades de las asociaciones entre las variables. Estas emociones representan grupos homogéneos de variables que comparten rasgos comunes y son independientes entre sí.

- **Profesor**

Sobre la normalidad de la distribución de los ítems para la dimensión *profesor* se halló que la asimetría y curtosis se ubican en el umbral ± 3 [emociones positivas (*Asimetría*=-,65; *Curtosis*=,46), emociones negativas (*Asimetría*=1,82; *Curtosis*=3,11)]. De acuerdo con Lloret-Segura et al. (2014), un criterio exigente de distribución aproximadamente normal se alcanza con el empleo de valores

de asimetría y curtosis en el rango ± 1 , a excepción de que el tamaño muestral sea inferior a 200 sujetos que permite utilizar el rango ± 2 . No obstante, la curtosis para las emociones negativas supera ambos rangos.

Respecto a la linealidad de los datos se obtuvo que el determinante de las correlaciones entre las variables es próximo a cero ($det=,001$) por lo que justifica la adecuación del conjunto de datos al análisis factorial exploratorio. En la tabla IV.43 (ver más adelante) se evidencia que existían 78 correlaciones significativas (83,7% en $p<,05$ y 1,08% en $p<,01$). También, se aprecia que todas eran inferiores a 0,90 y que 72 relaciones son superiores a 0,30.

Como se evidencia en la tabla IV.44, la prueba de adecuación muestral KMO obtuvo un índice igual a 0,906 considerado como muy buen grado de ajuste. La prueba de Bartlett resultó significativa ($p=,000$), por tanto, se confirmó que existían suficientes correlaciones.

Tabla IV.44

Pruebas de medida de adecuación muestral KMO y Bartlett para la dimensión profesor

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,906
Prueba de esfericidad de Bartlett	χ^2	1205,294
	<i>df</i>	91
	<i>p</i>	,000

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Al realizar la extracción de factores por el Método de Componentes Principales se obtuvo suficientes niveles de comunalidad en el 92,9% de las variables (ver tabla IV.45), por lo que el modelo factorial explica más de la mitad de la variabilidad del conjunto evidenciándose en los valores de las comunalidades extraídas superiores a 0,518 en la mayoría.

Tabla IV.45

Comunalidades iniciales y extraídas mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión profesor

Variable	Inicial	Extraída
Susto	1,00	,589
Entusiasmo	1,00	,720
Temor	1,00	,646
Satisfacción	1,00	,694
Enojo	1,00	,581
Interés	1,00	,648
Tensión	1,00	,613
Aceptación	1,00	,577
Frustración	1,00	,746
Tranquilidad	1,00	,518
Aburrimiento	1,00	,489
Bienestar	1,00	,576
Rechazo	1,00	,659
Asombro	1,00	,754

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.43

Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión profesor

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Susto	-													
2. Temor	,619*	-												
3. Enojo	,486*	,525*	-											
4. Tensión	,519*	,557*	,493*	-										
5. Frustración	,572*	,647*	,623*	,574*	-									
6. Aburrimiento	,335*	,315*	,367*	,37*	,476*	-								
7. Rechazo	,516*	,544*	,58*	,538*	,674*	,456*	-							
8. Entusiasmo	-,339*	-,417*	-,336*	-,328*	-,379*	-,323*	-,394*	-						
9. Satisfacción	-,377*	-,407*	-,422*	-,311*	-,449*	-,383*	-,386*	,657*	-					
10. Interés	-,27*	-,283*	-,334*	-,24**	-,428*	-,419*	-,518*	,647*	,547*	-				
11. Aceptación	-,405*	-,358*	-,439*	-,304*	-,384*	-,279*	-,405*	,529*	,608*	,459*	-			
12. Tranquilidad	-,292*	-,387*	-,298*	-,343*	-,391*	-,288*	-,315*	,407*	,357*	,309*	,381*	-		
13. Bienestar	-,462*	-,40*	-,398*	-,35*	-,477*	-,375*	-,417*	,523*	,542*	,48*	,444*	,495*	-	
14. Asombro	,051	,054	,064	,078	,004	-,121	,035	,109	,114	,123	,014	-,101	,031	-

Nota: * $p < ,05$; ** $p < ,01$ Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.46

Varianza total explicada mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión profesor

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	6,22	44,45	44,45	6,22	44,45	44,45	4,09	29,21	29,21
2	1,54	10,96	55,41	1,54	10,96	55,41	3,56	25,42	54,64
3	1,05	7,53	62,93	1,05	7,53	62,93	1,16	8,30	62,93
4	0,77	5,52	68,45						
5	0,75	5,38	73,83						
6	0,58	4,16	77,99						
7	0,55	3,89	81,88						
8	0,52	3,72	85,60						
9	0,45	3,19	88,79						
10	0,44	3,15	91,93						
11	0,34	2,41	94,34						
12	0,29	2,05	96,39						
13	0,27	1,93	98,32						
14	0,24	1,68	100,00						

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Asombro, *frustración* y *entusiasmo* fueron las variables mejor explicadas por el modelo. Se aprecia que *aburrimiento* fue la emoción menos explicada por la factorización debido a su baja comunalidad. Como criterio para la selección de los factores se retuvieron los autovalores mayores que 1 de la matriz de varianzas total explicada.

En el caso de la dimensión *profesor* se extrajeron tres factores que representan el 62,93% de la varianzas total (ver tabla IV.46). Estos factores representan una combinación lineal de variables y su interpretación se realizó a partir de la rotación Varimax de la matriz de componentes, con el propósito de que cada factor posea una alta correlación con un grupo de variables y baja con las demás. Por tanto, se rotaron los factores para reducir la cantidad de correlaciones de cada variable en los factores.

Seguidamente, se analizaron las contribuciones de cada variable en cada factor. Para ello se retuvieron aquellas saturaciones $\geq .45$ dado el tamaño de la muestra superior a 150 sujetos. En la tabla IV.47 se organizan las variables de mayor a menor de acuerdo con el tamaño de las cargas factoriales, las cuales se señalan en negrita. Para la dimensión *profesor*, la rotación convergió en cuatro iteraciones.

Tabla IV.47

Matriz de componente rotado a través del Método de Rotación Varimax con normalización Kaiser para la dimensión profesor

Variables	Componentes		
	1	2	3
Frustración	,812	-,287	-,068
Tensión	,765	-,144	,083
Temor	,753	-,258	,113
Rechazo	,748	-,298	-,104
Susto	,724	-,240	,083
Enojo	,713	-,269	,024
Aburrimiento	,507	-,297	-,379
Entusiasmo	-,198	,818	,109
Satisfacción	-,258	,781	,133
Interés	-,226	,716	,289
Aceptación	-,259	,711	-,060
Bienestar	-,350	,672	-,038
Tranquilidad	-,274	,573	-,338
Asombro	,083	,062	,862

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Así, el factor 1 está explicado por las variables *frustración*, *tensión*, *temor*, *rechazo*, *susto*, *enojo* y *aburrimiento* (ver tabla IV.48). Puesto que la *frustración* contribuye con una carga superior, en comparación con las demás variables, el primer factor se interpreta como *frustración*. Cuando la intensidad de *frustración* aumenta, también incrementa la intensidad de dichas emociones negativas. El segundo factor está explicado por emociones positivas como *entusiasmo*, *satisfacción*, *interés*, *aceptación*, *bienestar* y *tranquilidad*. *Entusiasmo*, con una saturación positiva equivalente a ,812 explica e identifica la relación con las demás variables con las que correlaciona

de manera moderada y fuerte. Así, a medida que se intensifica *entusiasmo*, incrementan las demás emociones positivas. Finalmente, el tercer factor se identifica como *asombro*.

Tabla IV.48

Saturaciones factoriales para la dimensión profesor

Factor 1	Factor 2	Factor 3
Frustración (.812)	Entusiasmo (.818)	Asombro (.862)
Tensión (.765)	Satisfacción (.781)	
Temor (.753)	Interés (.716)	
Rechazo (.748)	Aceptación (.711)	
Susto (.724)	Bienestar (.672)	
Enojo (.713)	Tranquilidad (.573)	
Aburrimiento (.507)		

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la tabla IV.49, partiendo de las puntuaciones factoriales de la matriz de componentes rotados se obtuvo valores ideales de VME=,53 y FC=,94; ambos por encima de los valores recomendados (VME=,50 y FC=,70).

Tabla IV.49

Varianza Media Extraída y Fiabilidad Compuesta de los factores extraídos en la dimensión profesor

M	VME	Raíz VME	FC
,53	,53	,73	,94

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Resumiendo, los tres factores independientes identificados presentan las comunalidades más altas a diferencia de las demás variables. Así, *frustración*, *entusiasmo* y *asombro* son las variables mejor explicadas por el análisis factorial exploratorio y representan las emociones que registran la mayor intensidad en la relación entre las variables respecto al *profesor*.

- **Clima de aula**

Las emociones positivas hacia el *clima de aula* antes de la intervención reportaron distribuciones aproximadamente normales con valores de asimetría y curtosis iguales a -,55 y ,55 respectivamente. Las emociones negativas presentaron una asimetría igual a 1,43 y una curtosis equivalente a 1,77. En ambos casos, estos resultados se ubican en el rango recomendado (-2, 2) para una distribución aproximadamente normal cuando la muestra es inferior a 200 casos.

Los datos fueron aptos para el análisis factorial exploratorio ya que hubo suficientes relaciones significativas entre las variables de la matriz de correlaciones de Pearson (75 correlaciones significativas, de las cuales el 70,7% y 10,9% lo fueron al $p < ,05$ y $p < ,01$ respectivamente), cuyo determinante resultante fue $det = ,001$, un resultado que demostró la linealidad de dichas relaciones (ver tabla IV.50). La prueba KMO registró un índice igual a ,887 (satisfactorio) y la prueba de esfericidad de Bartlett fue ampliamente significativa ($p = ,000$) (ver tabla IV.51 más adelante).

Tabla IV.50

Matriz de correlaciones no paramétricas entre las variables de la dimensión clima de aula

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Susto	-													
2. Temor	,697*	-												
3. Enojo	,563*	,683*	-											
4. Tensión	,560*	,564*	,554*	-										
5. Frustración	,475*	,638*	,612*	,522*	-									
6. Aburrimiento	,350*	,432*	,368*	,412*	,464*	-								
7. Rechazo	,520*	,602*	,546*	,469*	,619*	,547*	-							
8. Entusiasmo	-,178**	-,245*	-,199**	-,200**	-,284*	-,284*	-,274*	-						
9. Satisfacción	-,276*	-,300*	-,282*	-,215**	-,278*	-,303*	-,262*	,642*	-					
10. Interés	-,142*	-,118	-,090	-,106	-,147*	-,228**	-,174	,574*	,526*	-				
11. Aceptación	-,338*	-,315*	-,272*	-,314*	-,243*	-,332*	-,349*	,481*	,55*	,493*	-			
12. Tranquilidad	-,279*	-,179**	-,243*	-,247*	-,249*	-,223**	-,314*	,365*	,479*	,424*	,499*	-		
13. Bienestar	-,228**	-,216**	-,311*	-,268*	-,251*	-,236**	-,354*	,524*	,589*	,461*	,493*	,523*	-	
14. Asombro	,106	,105	,138*	,051	,068	-,067	,054	,215	,20	,217	,152*	,106	,023	-

Nota: * $p < ,05$; ** $p < ,01$ Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.51

Pruebas de medida de adecuación muestral KMO y Bartlett para la dimensión clima de aula

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,887
Prueba de esfericidad de Bartlett	χ^2	1193,957
	<i>df</i>	91
	<i>p</i>	,000

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Mediante el Método de Extracción por Componentes Principales se obtuvieron los factores. Como se aprecia en la tabla IV. 52, todas las variables presentaron suficientes niveles de comunalidad, por lo que la factorización pudo explicar la variabilidad de cada variable. *Asombro*, *temor*, *satisfacción*, *bienestar* y *enojo* presentan las mayores proporciones explicativas en el modelo factorial.

Tabla IV.52

Comunalidades iniciales y extraídas mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión clima de aula

Variable	Inicial	Extraída
Susto	1,00	,609
Entusiasmo	1,00	,630
Temor	1,00	,748
Satisfacción	1,00	,682
Enojo	1,00	,674
Interés	1,00	,613
Tensión	1,00	,563
Aceptación	1,00	,580
Frustración	1,00	,646
Tranquilidad	1,00	,538
Aburrimiento	1,00	,545
Bienestar	1,00	,691
Rechazo	1,00	,630
Asombro	1,00	,799

Nota: Fuente: Elaboración propia.

En la tabla IV.53 se presentan los resultados del cálculo de los autovalores iniciales y la varianza explicada para cada variable. A partir del criterio de la raíz latente, se eligieron los dos primeros componentes porque sus autovalores son mayores a la unidad y juntos contribuyeron en el 56,8% de la varianza. Sin embargo, se extrajo un número fijo de factores igual a tres con el propósito de alcanzar una varianza superior al 60,0% (valor recomendado en Ciencias Sociales). De esta forma, el tercer componente con un autovalor igual a 0,985 contribuyó en la explicación del 63,9% de la variabilidad total del conjunto.

Seguidamente, se procedió a la rotación Varimax para facilitar la interpretación de los factores a través de la observación de las cargas factoriales más significativas al nivel muestral de 185 casos (saturaciones $\geq,45$) (ver tabla IV.54 más adelante).

Tabla IV.53

Varianza total explicada mediante el Método de Extracción por Componentes Principales para la dimensión clima de aula

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	5,53	39,50	39,50	5,53	39,50	39,50	4,26	30,42	30,42
2	2,43	17,38	56,88	2,43	17,38	56,88	3,56	25,45	55,87
3	0,99	7,04	63,92	0,99	7,04	63,92	1,13	8,05	63,92
4	0,74	5,27	69,19						
5	0,70	4,97	74,16						
6	0,60	4,30	78,46						
7	0,52	3,70	82,15						
8	0,49	3,46	85,62						
9	0,42	3,03	88,65						
10	0,41	2,95	91,59						
11	0,39	2,77	94,36						
12	0,30	2,17	96,53						
13	0,26	1,84	98,37						
14	0,23	1,63	100,00						

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.54

Matriz de componente rotado a través del Método de Rotación Varimax con normalización Kaiser para la dimensión clima de aula

Variables	Componentes		
	1	2	3
Temor	,856	-,115	,042
Frustración	,790	-,141	-,041
Enojo	,786	-,156	,178
Rechazo	,762	-,220	-,037
Susto	,749	-,170	,136
Tensión	,737	-,139	,029
Aburrimiento	,618	-,188	-,357
Bienestar	-,180	,791	-,182
Satisfacción	-,199	,789	,138
Interés	-,014	,752	,217
Entusiasmo	-,159	,736	,252
Tranquilidad	-,175	,705	-,104
Aceptación	-,272	,705	,099
Asombro	,124	,156	,872

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Las variables con mayor carga factorial se incluyen en la tabla IV.55. Emociones negativas como *temor*, *frustración*, *enojo*, *rechazo*, *susto*, *tensión* y *aburrimiento* están fuertemente relacionadas con el primer factor (39,5% de varianza). Dado que el *temor* carga en mayor medida sobre el factor en comparación con las demás variables, se interpreta que al incrementar el temor, se intensifican las emociones negativas. El segundo factor (17,4% varianza) es explicado por el *bienestar*, conforme incrementa la intensidad del *bienestar* aumenta la manifestación de emociones positivas como *satisfacción*, *interés*, *entusiasmo*, *tranquilidad* y *aceptación*. El tercer factor (7,04% de varianza) se interpreta como *asombro*.

Tabla IV.55

Saturaciones factoriales para la dimensión clima de aula

Factor 1	Factor 2	Factor 3
Temor (,856)	Bienestar (,791)	Asombro (,872)
Frustración (,790)	Satisfacción (,789)	
Enojo (,786)	Interés (,752)	
Rechazo (,762)	Entusiasmo (,736)	
Susto (,749)	Tranquilidad (,705)	
Tensión (,737)	Aceptación (,705)	
Aburrimiento (,618)		

Nota: Fuente: Elaboración propia.

En la tabla IV.52 se aprecia que las comunales extraídas de mayor magnitud correspondían a las variables *temor* (,748), *bienestar* (,691) y *asombro* (,799), lo cual coincide con su identificación como los factores comunes del conjunto de variables. *Temor*, *bienestar* y *asombro* representan las emociones que registran la mayor intensidad de las relaciones entre las variables en el *clima de aula*.

A partir de las puntuaciones factoriales de la matriz de componentes rotados, se obtuvo valores óptimos de Varianza Media Extraída (VME=,582) y Fiabilidad Compuesta (FC=,95), ambos por encima de los valores recomendados (VME=,50 y FC=,70) (ver tabla IV.56).

Tabla IV.56

Varianza Media Extraída y Fiabilidad Compuesta de los factores extraídos en la dimensión clima de aula

M	VME	Raíz VME	FC
,58	,58	,76	,95

Nota: Fuente: Elaboración propia.

La tabla IV.57 resume la estructura factorial y sus propiedades psicométricas de validez y fiabilidad que constituye las cinco dimensiones incluidas en el cuestionario C-1-E.

Tabla IV.57

Estructura factorial de las emociones en función de la dimensión de análisis

Dimensión	Factor 1	Factor 2	Factor 3	VME	FC
Asignatura	Frustración	Satisfacción	Tranquilidad	,50	,93
Contenidos científicos	Temor	Satisfacción	Aburrimiento	,50	,90
Metodología indagatoria	Temor	Entusiasmo	Tranquilidad	,51	,94
Profesor/a	Frustración	Entusiasmo	Asombro	,53	,94
Clima de aula	Temor	Bienestar	Asombro	,58	,95

Nota: Fuente: Elaboración propia.

IV.3.3.3. Análisis comparativo intergrupo según el sexo: prueba no paramétrica U de Mann-Whitney

El presente apartado tiene como propósito analizar si existen diferencias significativas o no significativas en la intensidad de las emociones que experimentan 185 estudiantes antes de la intervención y en función del sexo (67 varones y 118 mujeres). El análisis se realizó sobre la totalidad de las puntuaciones en el grado de acuerdo declarado en las escalas Likert correspondientes a las siguientes dimensiones:

- Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I.
- Contenidos científicos.
- Metodología indagatoria.
- Profesor.
- Clima de aula.

Por tanto, se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para dos muestras no relacionadas (hombres y mujeres) puesto que a través de la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov se comprobó que los datos de la muestra no provenían de una población con distribución normal.

La prueba U de Mann-Whitney es la alternativa no paramétrica a la comparación de dos medias independientes a través de la t de Student (Berlanga y Rubio, 2012) y a partir de esta se comparan dos medianas que provienen de una variable ordinal. En la prueba U de Mann-Whitney, la hipótesis nula (H_0) estipula que los dos grupos provienen de la misma población; es decir, los dos grupos son homogéneos y tienen la misma distribución. Por el contrario, la hipótesis alternativa (H_1) establece que la distribución de datos del primer grupo difiere de la distribución de datos del segundo grupo; en otras palabras, existen diferencias entre ambos grupos (Nachar, 2008).

Para cada variable en su correspondiente dimensión se formularon las siguientes hipótesis:

- H_0 = La intensidad de la emoción es igual entre varones y mujeres. En otras palabras, no hay diferencias estadísticas significativas según el sexo.
- H_1 = La intensidad de la emoción es distinta entre varones y mujeres. Es decir, existen diferencias significativas según el sexo.

Como criterio para contrastar estas hipótesis se considera la influencia de la potencia estadística (P) que se define como la probabilidad de obtener un resultado significativo si H_1 es verdadera. En otras palabras, la potencia corresponde a la probabilidad de rechazar H_0 . En esta prueba se comete un error Tipo I (α igual al nivel de significación) si se rechaza H_0 cuando en realidad H_1 es falsa y se comete un error Tipo II (β) cuando no se rechaza H_0 , pero en realidad H_1 es verdadera (Aaron y Aaron, 2001) (ver cuadro IV.4).

	H₀ verdadera	H₀ falsa
Se acepta H ₀	Decisión correcta P=1- α	Error Tipo II P= β
Se rechaza H ₀	Error Tipo I P= α	Decisión correcta P=1- β

Cuadro IV.4. Tipos de errores en las pruebas de hipótesis. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con Nachar (2008) esta prueba tiene la fortaleza de aportar resultados estadísticamente significativos cuando la hipótesis alternativa se aplica a la realidad medida debido al efecto de la potencia. No obstante, el error Tipo I se amplifica en condiciones de heterocedasticidad o varianzas distintas en el transcurso de las observaciones.

Aaron y Aaron (2001) agregan que el tamaño del efecto y tamaño de la muestra afectan la potencia. El primero es la diferencia entre las medias de la población dividida por el desvío estándar poblacional. A mayor tamaño del efecto, menor es la potencia. Por el contrario, a mayor tamaño muestral, mayor será la potencia.

El tamaño del efecto o probabilidad de superioridad sobre las diferencias entre dos grupos para el estadístico U de Mann-Whitney puede interpretarse a través de la recomendación de Ventura-León (2016) acerca de las aportaciones de Grissom (1994) (ver cuadro IV.5).

Tamaño del efecto	Interpretación
TE \leq 0,0	No efecto
TE \geq 0,56	Pequeño
TE \geq 0,64	Mediano
TE \geq 0,71	Grande

Cuadro IV.5. Interpretación del tamaño del efecto para la U de Mann-Whitney. Fuente: Adaptado de Grissom (1994) por Ventura León (2016).

Procedimos a incluir el sexo como una variable con nivel de medida nominal en la matriz de datos originales incluida en el SPSS versión 23 para cada dimensión. Seguidamente, con este paquete informático se llevó a cabo la prueba U de Mann-Whitney y se organizaron los resultados según el sexo. A partir de estos hallazgos, se extrajeron las medianas no paramétricas correspondientes a los varones y las mujeres, los valores U de Mann-Whitney y las significaciones asintóticas bilaterales o probabilidades de error Tipo I (α) para cada variable.

Se segmentó el archivo original para calcular las medias y desviaciones típicas en cada variable y organizar los resultados por grupos basados en el sexo. Posteriormente, se utilizó la herramienta denominada *Calculators* de *DSS Research* para calcular la potencia estadística en cada variable. DSS es un sistema interactivo electrónico utilizado como soporte para facilitar la toma de decisiones a partir de datos cuantitativos y cualitativos.

Se seleccionó la prueba de una cola al nivel de significación $p=,05$ (IC=95,0%) para dos muestras no relacionadas con el propósito de incrementar la potencia. Una prueba de dos colas al nivel $p=,01$ disminuye la potencia (Aaron y Aaron, 2001).

Después introdujimos la media y desviación estándar para la muestra 1 (varones), el promedio y desviación típica para la muestra 2 (mujeres), el tamaño de la muestra 1 y muestra 2 así como un nivel alfa de error del 5%. Finalmente, ordenamos el cálculo a la herramienta con esos datos y obtuvimos el poder estadístico en cada variable y dimensión. En cuanto a la probabilidad de error tipo II (β), procedimos al cálculo individual en cada variable a partir de la diferencia entre 100 y el valor de la potencia. Finalmente, el tamaño del efecto sobre la U de Mann-Whitney (TE) se obtuvo a partir del cálculo de la probabilidad de superioridad; es decir, representa el cociente de la división entre el valor U y el producto del tamaño de ambas muestras.

A continuación, se presentan los resultados de la prueba U de Mann-Whitney para cada dimensión. Se incluye las medianas no paramétricas según el sexo, estadísticos U de prueba, significancias o probabilidad de error Tipo I (α), probabilidad de error Tipo II (β), potencia estadística (P) y tamaño del efecto (TE).

- **Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I**

Como se aprecia en la tabla IV.58 respecto a las emociones hacia la *asignatura*, los varones son quienes experimentaron en mayor medida emociones negativas como *susto* ($Mdn=95,4$), *temor* ($Mdn=98,0$), *enojo* ($Mdn=101,8$), *tensión* ($Mdn=102,8$), *frustración* ($Mdn=99,9$), *aburrimiento* ($Mdn=99,4$) y *rechazo* ($Mdn=105,7$) a diferencia de las mujeres.

Tabla IV.58

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I en función del sexo

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=67) Rango promedio	Mujeres (n=118) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	95,4	91,7	3794,0	,621	80,8	19,2	,48
	Temor	98,0	90,1	3618,0	,307	72,6	27,4	,46
	Enojo	101,8	88,0	3366,5	,040*	70,4	29,6	,43
	Tensión	102,8	87,4	3299,5	,052	30,5	69,5	,42
	Frustración	99,9	89,0	3488,0	,154	51,6	48,4	,44
	Aburrimiento	99,4	89,3	3523,5	,197	45,5	54,5	,45
	Rechazo	105,7	85,8	3104,5	,004*	18,5	81,5	,39
Positivas	Entusiasmo	72,8	104,5	5306,0	,000*	,80	99,2	,67
	Satisfacción	87,5	96,1	4322,0	,256	64,3	35,7	,55
	Interés	80,3	100,2	4802,5	,008*	14,7	85,3	,61
	Aceptación	92,4	93,3	3995,5	,896	93,2	6,8	,51
	Tranquilidad	99,9	89,1	3487,0	,154	50,7	49,3	,44
	Bienestar	91,8	93,7	4032,0	,806	89,3	10,7	,51
	Asombro	81,9	99,3	4694,5	,028*	25,2	74,8	,59

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia que *rechazo*, *tensión* y *enojo* registraron las intensidades medianas más altas de dicho conjunto. También, se comprobó que existían diferencias significativas en *rechazo* ($U=3104,5$; $p=,004$; $\beta=18,5$; $P=81,5\%$; $TE=,39$) a favor de los varones y que el tamaño del efecto es pequeño.

Por otra parte, si bien *enojo* es significativo al nivel $p<,05$ ($U=3366,5$; $p=,040$; $\beta=70,4$; $P=29,6\%$; $TE=,43$) se aprecia que la potencia reportó un porcentaje muy bajo como para proceder al rechazo de la hipótesis nula. Además, el tamaño del efecto es pequeño. Es decir, no hay diferencias significativas en *enojo* según el sexo y la probabilidad de cometer un error Tipo II es alta.

En cuanto a las mujeres se aprecia que manifestaron con mayor intensidad emociones positivas como *entusiasmo* ($Mdn=104,5$), *satisfacción* ($Mdn=96,1$), *interés* ($Mdn=100,2$), *aceptación* ($Mdn=93,3$), *bienestar* ($Mdn=93,7$) y *asombro* ($Mdn=99,3$) en comparación con los varones.

También, *entusiasmo* ($U=104,47$; $p=,000$; $\beta=,80$; $P=99,2\%$; $TE=,67$), *interés* ($U=100,20$; $p=,008$; $\beta=14,7$; $P=85,3\%$; $TE=,61$) y *asombro* ($U=4694,5$; $p=,028$; $\beta=25,2$; $P=74,8\%$; $TE=,59$) reportaron las medianas más altas y establecieron diferencias estadísticas significativas a favor de las mujeres, con tamaños del efecto que se consideran medianos y pequeños respectivamente y potencias estadísticas altas que permiten aceptar la hipótesis de investigación. Finalmente, se aprecia que la *tranquilidad* ($Mdn=99,9$) es más intensa en los varones que en las mujeres.

- **Contenidos científicos**

En cuanto a los *contenidos científicos* (ver tabla IV.59) se aprecia que son los varones quienes sintieron con mayor intensidad emociones negativas como *temor* ($Mdn=95,1$), *enojo* ($Mdn=98,4$), *tensión* ($Mdn=104,9$), *frustración* ($Mdn=95,3$), *aburrimiento* ($Mdn=101,7$) y *rechazo* ($Mdn=96,9$), de las cuales *tensión* y *aburrimiento* alcanzan mayores intensidades. No obstante, el *susto* ($Mdn=96,0$) es manifestado con mayor intensidad entre las mujeres.

Ahora bien, los resultados obtenidos indican que, entre varones y mujeres, la intensidad de la *tensión* ($U=3153,0$; $p=,017$; $\beta=22,3$; $P=77,7\%$; $TE=,40$) es diferente y significativa estadísticamente, por lo cual tal diferencia está en provecho de los varones y con un tamaño del efecto pequeño.

Por otra parte, *entusiasmo* ($Mdn=101,4$), *satisfacción* ($Mdn=93,0$), *interés* ($Mdn=99,8$), *aceptación* ($Mdn=95,4$) y *asombro* ($Mdn=96,2$) son más intensas en las mujeres que en los hombres. En lo que refiere a *tranquilidad* ($Mdn=100,1$), se aprecia que los varones son quienes la experimentan mayoritariamente. Además, en el conjunto femenino, *entusiasmo* ($U=4994,5$; $p=,002$; $\beta=6,40$; $P=93,6\%$; $TE=,63$) e *interés* ($U=99,75$; $p=,013$; $\beta=29,6$; $P=70,4\%$; $TE=,60$) reportan las intensidades más altas y son las que definen diferencias significativas a su favor, con tamaños del efecto que se consideran pequeños. Finalmente, la probabilidad de cometer un error Tipo II es pequeña para ambas variables.

Tabla IV.59

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia los contenidos científicos en función del sexo

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=67) Rango promedio	Mujeres (n=118) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	87,7	96,0	4309,5	,256	76,4	23,6	,55
	Temor	95,1	91,8	3813,5	,665	91,1	8,9	,48
	Enojo	98,4	89,9	3593,0	,207	62,5	37,5	,45
	Tensión	104,9	86,2	3153,0	,017*	22,3	77,7	,40
	Frustración	95,3	91,7	3798,5	,629	89,3	10,7	,48
	Aburrimiento	101,7	88,1	3372,0	,077	47,5	52,5	,43
	Rechazo	96,9	90,8	3693,0	,369	74,1	25,9	,47
Positivas	Entusiasmo	78,2	101,4	4994,5	,002*	6,40	93,6	,63
	Satisfacción	92,8	93,0	3957	,990	92,2	7,8	,50
	Interés	81,1	99,8	4749,5	,013*	29,6	70,4	,60
	Aceptación	88,8	95,4	4230,0	,388	78,6	21,4	,54
	Tranquilidad	100,1	88,9	3480,0	,146	63,0	37,0	,44
	Bienestar	87,9	95,9	4297,0	,292	78,4	21,6	,54
	Asombro	87,4	96,2	4328,5	,266	75,8	24,2	,55

Nota: *p<,05 Fuente: Elaboración propia.

• Metodología indagatoria

De manera similar a las dimensiones anteriores, se aprecia que, frente a la *metodología indagatoria* (ver tabla IV.60), todas las emociones negativas son experimentadas con mayor intensidad por los hombres en contraste con las mujeres.

Tabla IV.60

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la metodología indagatoria en función del sexo

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=67) Rango promedio	Mujeres (n=118) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	95,8	91,4	3769,0	,579	79,8	20,2	,48
	Temor	97,4	90,5	3658,0	,377	67,7	32,3	,46
	Enojo	100,5	88,8	3453,5	,104	95,0	5,00	,44
	Tensión	104,8	86,3	3164,5	,019*	19,8	80,2	,40
	Frustración	100,3	88,9	3466,0	,126	52,7	47,3	,44
	Aburrimiento	105,5	85,9	3112,5	,011*	17,9	82,1	,39
	Rechazo	101,5	88,2	3384,0	,058	32,9	67,1	,43
Positivas	Entusiasmo	81,6	99,5	4719,5	,020*	17,7	82,3	,60
	Satisfacción	89,7	94,9	4173,0	,505	69,3	30,7	,53
	Interés	74,9	103,3	5167,5	,000*	1,90	98,1	,65
	Aceptación	81,1	99,8	4750,0	,013*	12,7	87,3	,60
	Tranquilidad	91,5	93,9	4053,0	,761	81,0	19,0	,51
	Bienestar	89,6	94,9	4179,0	,486	77,5	22,5	,53
	Asombro	94,5	92,1	3851,0	,764	90,7	9,30	,49

Nota: *p<,05 Fuente: Elaboración propia.

De esta forma, se manifiestan *susto* ($Mdn=95,8$), *temor* ($Mdn=97,4$), *enojo* ($Mdn=100,5$), *tensión* ($Mdn=104,8$), *frustración* ($Mdn=100,3$), *aburrimiento* ($Mdn=105,5$) y *rechazo* ($Mdn=101,5$), siendo *aburrimiento* ($U=3112,5$; $p=,011$; $\beta=17,9$; $P=82,1\%$; $TE=,39$) y *tensión* ($U=3164,5$; $p=,019$; $\beta=19,8$; $P=80,2\%$; $TE=,40$) las emociones más intensas y que establecen diferencias significativas favorables al conjunto masculino, con pequeños tamaños de efecto y baja probabilidad de cometer un error Tipo II.

Se aprecia que, todas las emociones positivas excepto *aburrimiento* ($Mdn=105,5$) presentan intensidades más fuertes en las mujeres que en los varones. Así, se expresan con mayor intensidad *entusiasmo* ($Mdn=99,5$), *satisfacción* ($Mdn=94,9$), *interés* ($Mdn=103,3$), *aceptación* ($Mdn=99,8$), *tranquilidad* ($Mdn=93,9$) y *bienestar* ($Mdn=94,9$). Dentro de este afecto positivo, existen diferencias estadísticas significativas para *entusiasmo* ($U=4719,5$; $p=,020$; $\beta=17,7$; $P=82,3\%$; $TE=,60$), *interés* ($U=5167,5$; $p=,000$; $\beta=1,90$; $P=98,1\%$; $TE=,65$) y *aceptación* ($U=4750,0$; $p=,013$; $\beta=12,7$; $P=87,3\%$; $TE=,60$) a favor de las mujeres con pequeños tamaños de efecto y reducida posibilidad de cometer errores Tipo II.

- **Profesor**

En la tabla IV.61 se aprecia que todas las emociones negativas hacia el *profesor* son experimentadas con mayor intensidad por los hombres.

Tabla IV.61

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia el profesor en función del sexo

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=67) Rango promedio	Mujeres (n=118) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	98,5	89,9	3587,0	,208	58,6	41,4	,45
	Temor	96,7	90,9	3702,5	,397	73,6	26,4	,47
	Enojo	105,3	86,0	3126,5	,002*	23,8	76,2	,40
	Tensión	109,3	83,7	2858,0	,001*	2,30	97,7	,36
	Frustración	104,0	86,8	3216,0	,011*	20,7	79,3	,41
	Aburrimiento	104,6	86,4	3173,0	,008*	28,2	71,8	,40
	Rechazo	105,6	85,9	3111,0	,001*	17,1	82,9	,39
Positivas	Entusiasmo	80,6	100,1	4787,0	,010*	18,7	81,3	,61
	Satisfacción	84,4	97,9	4528,5	,076	42,5	57,5	,57
	Interés	81,9	99,3	4698,0	,022*	19,5	80,5	,59
	Aceptación	77,8	101,6	4973,0	,002*	5,50	94,5	,63
	Tranquilidad	87,4	96,2	4329,5	,261	67,2	32,8	,55
	Bienestar	79,3	100,8	4871,0	,005*	9,90	90,1	,62
	Asombro	100,9	88,5	3421,0	,118	45,7	54,3	,43

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

En los varones se evidencia una mayor mediana no paramétrica para *tensión* ($Mdn=109,3$; $U=2858,0$; $p=,001$; $\beta=2,30$; $P=97,7\%$; $TE=,36$), *rechazo* ($Mdn=105,6$; $U=3111,0$; $p=,001$; $\beta=17,1$; $P=82,9\%$; $TE=,39$), *enojo* ($Mdn=105,3$; $U=3126,5$; $p=,002$; $\beta=23,8$; $P=76,2\%$; $TE=,40$),

aburrimiento ($Mdn=104,6$; $U=3173,0$; $p=,008$; $\beta=28,2$; $P=71,8\%$; $TE=,40$) y *frustración* ($Mdn=104,0$; $U=3216,0$; $p=,011$; $\beta=20,7$; $P=79,3\%$; $TE=,41$).

Existen diferencias estadísticas significativas en estas emociones que son favorables a los varones y presentan un pequeño tamaño del efecto. La probabilidad de cometer un error Tipo II es pequeña debido a que la potencia es alta en esas variables, por tanto, la hipótesis de investigación es verdadera.

Por otro lado, las mujeres manifestaron en mayor medida *entusiasmo* ($Mdn=100,07$), *satisfacción* ($Mdn=97,9$), *interés* ($Mdn=99,3$), *aceptación* ($Mdn=101,6$), *tranquilidad* ($Mdn=96,2$) y *bienestar* ($Mdn=100,8$). Se aprecia que el *asombro* se expresó con mayor intensidad en los hombres ($Mdn=100,9$). Los resultados indican que *bienestar* ($U=4871,0$; $p=,005$; $\beta=9,90$; $P=90,1\%$; $TE=,62$), *interés* ($U=4698,0$; $p=,022$; $\beta=19,5$; $P=80,5\%$; $TE=,59$), *aceptación* ($U=4973,0$; $p=,002$; $\beta=5,50$; $P=94,5\%$; $TE=,63$) y *entusiasmo* ($U=4787,0$; $p=,010$; $\beta=18,7$; $P=81,3\%$; $TE=,61$) presentan diferencias significativas en provecho del colectivo femenino, con un tamaño del efecto pequeño y baja probabilidad de cometer errores Tipo II.

- **Clima de aula**

En relación con el *clima de aula* (ver tabla IV.62), los resultados indican que todas las emociones negativas menos *rechazo* ($Mdn=94,3$) registraron intensidades más altas en los varones, estableciéndose diferencias significativas en *tensión* ($U=3293,5$; $p=,044$; $\beta=24,0$; $P=76,0\%$; $TE=,42$) y *aburrimiento* ($U=3289,5$; $p=,043$; $\beta=47,2$; $P=52,8\%$; $TE=,42$), cuyos tamaños del efecto son pequeños.

Tabla IV.62

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia el clima de aula en función del sexo

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=67) Rango promedio	Mujeres (n=118) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	96,7	90,9	3707,5	,404	81,1	18,9	,47
	Temor	95,9	91,3	3753,0	,505	85,7	14,3	,47
	Enojo	100,9	88,5	3421,5	,073	55,3	44,7	,43
	Tensión	102,8	87,4	3293,5	,044*	24,0	76,0	,42
	Frustración	99,9	89,1	3489,0	,131	89,4	10,6	,44
	Aburrimiento	102,9	87,4	3289,5	,043*	47,2	52,8	,42
	Rechazo	90,7	94,3	4109,0	,604	85,8	14,2	,52
Positivas	Entusiasmo	84,7	97,7	4509,5	,090	39,3	60,7	,57
	Satisfacción	79,6	100,6	4851,5	,006*	10,7	89,3	,61
	Interés	82,6	98,9	4653,0	,031*	23,0	77,0	,59
	Aceptación	82,6	98,9	4649,0	,031*	36,0	64,0	,59
	Tranquilidad	87,4	96,2	4327,5	,253	70,0	30,0	,55
	Bienestar	79,2	100,8	4876,5	,005*	13,4	86,6	,62
	Asombro	99,5	89,3	3514,5	,196	59,7	40,3	,44

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

Las mujeres sintieron con mayor intensidad *entusiasmo* ($Mdn=97,7$), *satisfacción* ($Mdn=100,6$), *interés* ($Mdn=98,9$), *aceptación* ($Mdn=98,9$), *tranquilidad* ($Mdn=96,2$) y *bienestar* ($Mdn=100,8$). No obstante, se aprecia que *asombro* ($Mdn=99,5$) es experimentado en mayor medida por los varones. Se evidencia que existen diferencias significativas para *satisfacción* ($U=4851,5$; $p=,006$; $\beta=10,7$; $P=89,3\%$; $TE=,61$), *interés* ($U=4653,0$; $p=,031$; $\beta=23,0$; $P=77,0\%$; $TE=,59$), *aceptación* ($U=4649,0$; $p=,031$; $\beta=36,0$; $P=64,0\%$; $TE=,59$) y *bienestar* ($U=4876,5$; $p=,005$; $\beta=13,4$; $P=86,6\%$; $TE=,62$), con tamaños del efecto que se consideran pequeños y reducida probabilidad de cometer errores Tipo II debido a potencias estadísticas altas.

En síntesis, respecto a las emociones que experimentan los estudiantes de los grupos T1, T2, T3 y T5 al inicio de la asignatura, los resultados del análisis descriptivo indican que,

- Las emociones positivas alcanzan la mayor intensidad en todas las dimensiones a diferencia de las emociones negativas que son menos intensas.
- Las emociones positivas registran la intensidad media más alta respecto al profesor y la más baja frente a la metodología indagatoria.
- Las emociones negativas de mayor intensidad se corresponden con la asignatura y la metodología indagatoria.
- A nivel global, las emociones positivas de mayor intensidad son *interés*, *aceptación* y *entusiasmo* mientras que las emociones negativas más intensas son *tensión*, *aburrimiento* y *temor*. En todas las dimensiones *interés* es la emoción de mayor intensidad.
- En relación con las emociones negativas, *tensión* alcanza la mayor intensidad respecto a la asignatura, los contenidos científicos y la metodología indagatoria mientras que el *aburrimiento* supera levemente a la *tensión* frente al clima de aula.

Las emociones que alcanzan las mayores intensidades en cada dimensión se presentan en orden descendente en el cuadro IV.6.

Tipo de emoción	Asignatura	Contenidos científicos	Metodología indagatoria	Profesor/a	Clima de aula
Emociones positivas	Interés	Interés	Interés	Interés	Interés
	Aceptación	Entusiasmo	Entusiasmo	Aceptación	Aceptación
	Entusiasmo	Aceptación	Aceptación	Bienestar	Bienestar
Emociones negativas	Tensión	Tensión	Tensión	Tensión	Aburrimiento
	Aburrimiento	Aburrimiento	Temor	Temor	Tensión
	Temor	Temor	Susto	Aburrimiento	Frustración

Cuadro IV.6. Emociones de mayor intensidad en el estudio multivariante según la dimensión de análisis. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, a partir del análisis factorial exploratorio se identifican tres factores en cada dimensión, tal y como se muestra en el siguiente modelo:

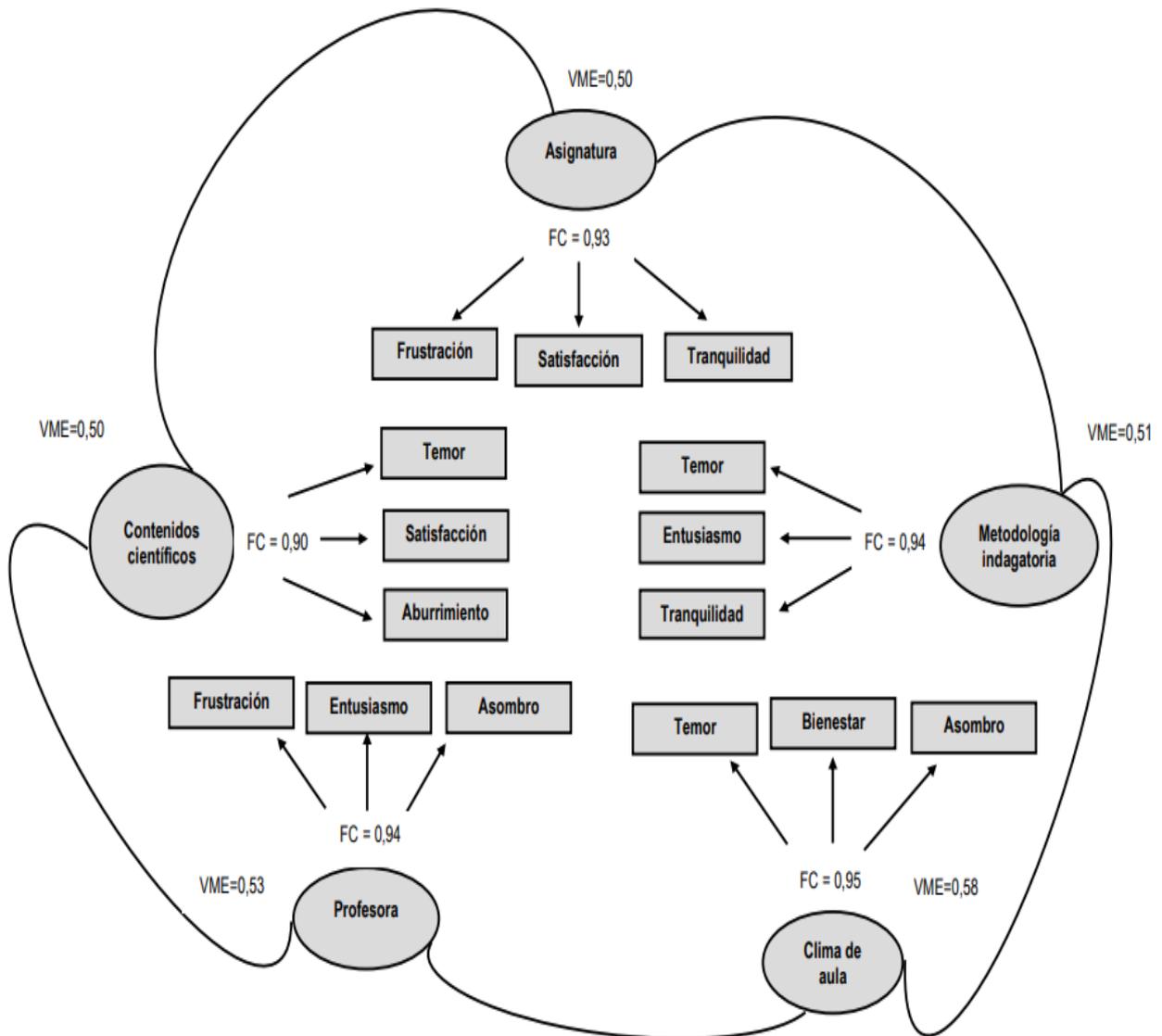


Figura IV.1. Modelo factorial exploratorio del estudio multivariante. Fuente: Elaboración propia.

Al comienzo de la asignatura de Didáctica de Ciencias Experimentales se genera una red de interacciones afectivas entre diversas dimensiones, por tanto, podemos afirmar que en cada una de estas existen relaciones intensas entre variables con condiciones óptimas de fiabilidad y validez. El análisis multivariante permite reconocer que existe cierta homogeneidad en el modelo exploratorio, ya que varios de esos factores están presentes en varias dimensiones, por ejemplo, el *temor* se ubica como primer factor en las dimensiones contenidos científicos, metodología indagatoria y clima de aula. No obstante, tanto el *aburrimiento* como el *bienestar* se posicionan en una única dimensión correspondientemente.

Finalmente, los resultados del análisis comparativo en función del género indican que,

- Respecto a la **asignatura**, los varones experimentan *rechazo* con mayor intensidad que las mujeres. Por su parte, las mujeres manifiestan *entusiasmo*, *interés* y *asombro* con mayor intensidad que los varones.
- En cuanto a los **contenidos científicos**, los varones experimentan *tensión* con mayor intensidad que las mujeres. *Entusiasmo* e *interés* son más intensas en las mujeres a diferencia de los hombres.
- En lo que refiere a la **metodología indagatoria**, los hombres experimentan *aburrimiento* y *tensión* con mayor intensidad que las mujeres. Las mujeres sienten *entusiasmo*, *interés* y *aceptación* con mayor intensidad en contraste con los varones.
- En torno a la **profesora**, *tensión*, *rechazo*, *enojo*, *aburrimiento* y *frustración* son más intensas en los varones, mientras que, en las mujeres, *bienestar*, *aceptación*, *interés* y *entusiasmo* registran la mayor intensidad.
- Frente al **clima de aula**, los varones experimentan con mayor intensidad *tensión* y *aburrimiento* mientras que las mujeres sienten *satisfacción*, *interés*, *aceptación* y *bienestar* con mayor intensidad.

CAPÍTULO V. RESULTADOS Y ANÁLISIS: EL CAMBIO DE LAS EMOCIONES

Contenido General del Capítulo V.

V.1. Introducción.

V.2. Estudio descriptivo longitudinal, multivariante y comparativo sobre el cambio de las emociones.

V.2.1. Sub-estudio sobre la intensidad de las emociones antes de la intervención.

V.2.2. Sub-estudio sobre la intensidad de las emociones durante la intervención.

V.2.3. Sub-estudio sobre la intensidad de las emociones después de la intervención.

V.3. Sub-estudio sobre el cambio de las emociones en los momentos antes, durante y después de la intervención.

V.3.1. Análisis Factorial Exploratorio.

V.3.2. Análisis intergrupo en función del momento de la intervención.

V.3.3. Análisis intergrupo en función del sexo.

CAPÍTULO V. RESULTADOS Y ANÁLISIS: EL CAMBIO DE LAS EMOCIONES

V.1. Introducción

En este capítulo se presentan los resultados del estudio descriptivo longitudinal, multivariante y comparativo sobre el cambio de las emociones. Este apartado se divide en cuatro subapartados que comprenden los sub-estudios descriptivos e inferenciales correspondientes a los momentos antes (N=57), durante (N=54) y después (N=59) de la intervención.

En los tres primeros se desarrolla el análisis descriptivo intragrupo, el análisis de frecuencias, la aplicación de la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov y la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para la comparación de las emociones según el sexo en cada dimensión. En el último subapartado se muestra los análisis intergrupo descriptivos e inferenciales para N=54 estudiantes, de esta forma se expone el análisis descriptivo, el análisis factorial exploratorio, los resultados de la prueba no paramétrica H de Kruskal Wallis en función del momento de la intervención y la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney en función del sexo.

V.2. Estudio descriptivo longitudinal, multivariante y comparativo sobre el cambio de las emociones

En el presente apartado se presentan, analizan e interpretan los resultados derivados de la aplicación de los cuestionarios, cuyo propósito es analizar el cambio de las emociones positivas y negativas de estudiantes en el aprendizaje sobre la enseñanza de las ciencias basada en la investigación escolar, en función de los momentos antes, durante y después de la intervención didáctica indagatoria. Para ello, se realizó el análisis descriptivo intragrupo e intergrupo según el momento de la intervención y el sexo de los sujetos.

V.2.1. Sub-estudio sobre la intensidad de las emociones antes de la intervención

V.2.1.1. Análisis descriptivo intragrupo

El presente sub-estudio se basa en el análisis intragrupo sobre las emociones que manifestaron los estudiantes (N=57) pertenecientes al grupo T1 de la asignatura, en relación con las dimensiones *asignatura*, *contenidos científicos*, *metodología indagatoria*, *profesora* y *clima de aula* antes de la intervención. En la tabla V.1 se reportan en términos globales las medidas intragrupo de tendencia central, variabilidad, dispersión y fiabilidad. En las tablas V.2 a V.6 se presentan las propiedades psicométricas de las escalas Likert sobre la intensidad de las emociones, en función del tipo de emoción y el momento previo para cada dimensión de análisis.

Tabla V.1

Estadísticos descriptivos de la intensidad de las emociones de estudiantes (grupo T1) antes de la intervención

Dimensión	Tipo de emoción	Momento de la intervención		Asimetría	Curtosis	Alfa de Cronbach
		Antes				
		M	DE			
Asignatura	Positiva	3,49	,41	-,59	,76	,80
	Negativa	1,95	,22	1,03	,32	,87
Contenidos científicos	Positiva	3,63	,37	-,63	,84	,82
	Negativa	1,84	,24	1,13	,60	,89
Metodología indagatoria	Positiva	3,48	,36	-,29	-,04	,85
	Negativa	1,92	,28	1,11	,43	,92
Profesora	Positiva	3,65	,44	-,44	,09	,81
	Negativa	1,56	,13	1,78	2,77	,90
Clima de aula	Positiva	3,49	,37	-,52	,42	,83
	Negativa	1,66	,20	1,35	1,41	,90

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que en promedio, las emociones positivas presentaron los valores de intensidad más altos en las cinco dimensiones y las emociones negativas los valores más bajos (ver tabla V.1 y gráfica V.1).

Tabla V.2

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I antes de la intervención

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	57	1,95	1,14	1,30	2,00	1,00	,93	-,31	1-5	4
Temor	57	2,02	1,09	1,20	2,00	1,00	,90	-,13	1-5	4
Enojo	57	1,74	1,14	1,31	1,00	1,00	1,44	1,04	1-5	4
Tensión	57	2,23	1,21	1,47	2,00	1,00	,86	-,09	1-5	4
Frustración	57	2,04	1,18	1,39	2,00	1,00	1,08	,32	1-5	4
Aburrimiento	57	2,09	,91	,83	2,00	2,00	,70	,59	1-5	4
Rechazo	57	1,58	,84	,71	1,00	1,00	1,31	,81	1-5	3
Entusiasmo	57	3,60	,98	,96	4,00	4,00	-,99	,98	1-5	4
Satisfacción	57	3,40	,94	,89	3,00	3,00	-,51	,71	1-5	4
Interés	57	4,11	,84	,70	4,00	4,00	-,77	,20	1-5	3
Aceptación	57	3,72	,82	,67	4,00	4,00	-,65	1,19	1-5	4
Tranquilidad	57	3,21	,92	,85	3,00	3,00	-,30	,48	1-5	4
Bienestar	57	3,60	,84	,71	4,00	4,00	-,97	1,83	1-5	4
Asombro	57	2,79	1,01	1,03	3,00	3,00	,02	-,05	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla V.3

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión contenidos científicos antes de la intervención

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	57	1,98	1,17	1,38	2,00	1,00	,86	-,54	1-5	4
Temor	57	2,09	1,27	1,62	2,00	1,00	,75	-,81	1-5	4
Enojo	57	1,53	,87	,75	1,00	1,00	1,95	4,18	1-5	4
Tensión	57	2,09	1,21	1,47	2,00	1,00	,76	-,59	1-5	4
Frustración	57	1,89	1,16	1,35	2,00	1,00	1,35	1,03	1-5	4
Aburrimiento	57	1,77	,91	,82	1,00	1,00	,77	-,61	1-5	3
Rechazo	57	1,54	,80	,65	1,00	1,00	1,46	1,56	1-5	3
Entusiasmo	57	3,91	,81	,65	4,00	4,00	-1,10	2,44	1-5	4
Satisfacción	57	3,54	,97	,93	4,00	3,00	-,44	,27	1-5	4
Interés	57	4,18	,78	,61	4,00	4,00	-1,25	2,16	1-5	3
Aceptación	57	3,68	,83	,68	4,00	4,00	-,52	,93	1-5	4
Tranquilidad	57	3,35	,92	,84	3,00	3,00	-,19	-,30	1-5	4
Bienestar	57	3,70	,89	,78	4,00	4,00	-,64	,59	1-5	4
Asombro	57	3,05	1,06	1,12	3,00	3,00	-,30	-,23	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla V.4

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión metodología antes de la intervención

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	57	2,11	1,22	1,49	2,00	1,00	,95	,09	1-5	4
Temor	57	2,32	1,27	1,61	2,00	1,00	,62	-,67	1-5	4
Enojo	57	1,63	1,05	1,09	1,00	1,00	1,58	1,51	1-5	4
Tensión	57	2,11	1,15	1,31	2,00	1,00	,68	-,69	1-5	4
Frustración	57	1,82	1,14	1,29	1,00	1,00	1,34	,88	1-5	4
Aburrimiento	57	1,95	1,04	1,09	2,00	1,00	,89	,06	1-5	4
Rechazo	57	1,53	,91	,83	1,00	1,00	1,70	1,86	1-5	3
Entusiasmo	57	3,60	,98	,96	3,00	3,00	-,40	,21	1-5	4
Satisfacción	57	3,56	,91	,82	3,00	3,00	-,19	,02	1-5	4
Interés	57	3,96	,73	,53	4,00	4,00	-,51	,47	1-5	3
Aceptación	57	3,67	,76	,58	4,00	4,00	-,34	-,04	1-5	3
Tranquilidad	57	3,33	,99	,98	4,00	4,00	-,26	-,79	1-5	4
Bienestar	57	3,44	,96	,93	4,00	4,00	-,50	,04	1-5	4
Asombro	57	2,79	1,07	1,13	3,00	3,00	,16	-,23	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla V.5

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión profesora antes de la intervención

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	57	1,49	,89	1,85	1,00	1,00	1,85	2,47	1-5	3
Temor	57	1,68	1,15	1,75	1,00	1,00	1,75	2,13	1-5	4
Enojo	57	1,39	,86	2,63	1,00	1,00	2,63	6,95	1-5	4
Tensión	57	1,75	1,07	1,23	1,00	1,00	1,23	,50	1-5	4
Frustración	57	1,56	,95	2,18	1,00	1,00	2,18	5,10	1-5	4
Aburrimiento	57	1,61	,82	1,04	1,00	1,00	1,04	-,04	1-5	3
Rechazo	57	1,46	,80	1,75	1,00	1,00	1,75	2,31	1-5	3
Entusiasmo	57	3,61	,88	-,60	4,00	4,00	-,60	1,22	1-5	4
Satisfacción	57	3,82	,91	-,68	4,00	4,00	-,68	,57	1-5	4
Interés	57	3,93	,78	-,11	4,00	4,00	-,11	-,75	1-5	3
Aceptación	57	4,09	,83	-,56	4,00	4,00	-,56	-,35	1-5	3
Tranquilidad	57	3,68	1,07	-,59	4,00	4,00	-,59	-,19	1-5	4
Bienestar	57	3,72	,96	-,78	4,00	4,00	-,78	,81	1-5	4
Asombro	57	2,72	1,24	,21	3,00	3,00	,21	-,70	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla V.6

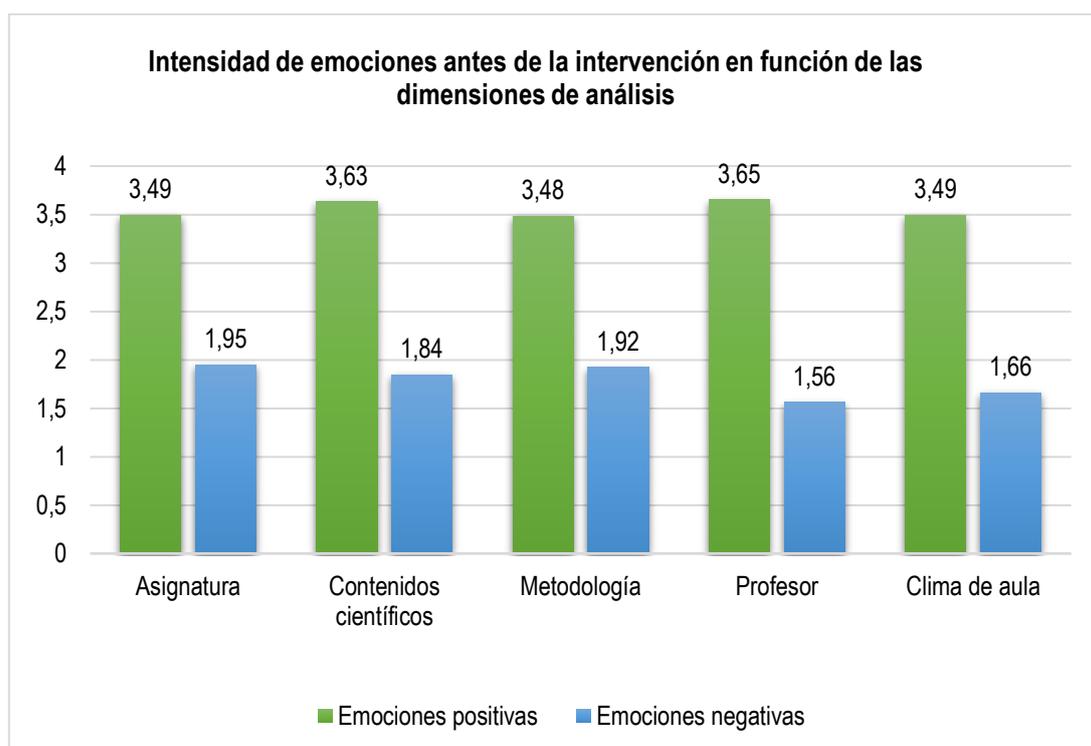
Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión clima de aula antes de la intervención

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	57	1,53	,85	,72	1,00	1,00	1,47	1,12	1-5	3
Temor	57	1,54	,95	,90	1,00	1,00	1,97	3,51	1-5	4
Enojo	57	1,53	,87	,75	1,00	1,00	1,78	3,37	1-5	4
Tensión	57	1,84	,96	,92	2,00	1,00	,83	-,40	1-5	3
Frustración	57	1,60	,90	,82	1,00	1,00	1,66	2,78	1-5	4
Aburrimiento	57	2,04	1,07	1,14	2,00	1,00	,84	,25	1-5	4
Rechazo	57	1,58	,78	,61	1,00	1,00	,91	-,73	1-5	2
Entusiasmo	57	3,53	,98	,97	4,00	4,00	-,43	,09	1-5	4
Satisfacción	57	3,56	,96	,93	4,00	4,00	-,61	,35	1-5	4
Interés	57	3,74	,79	,63	4,00	4,00	-,61	1,45	1-5	4
Aceptación	57	3,77	,91	,82	4,00	4,00	-,57	,41	1-5	4
Tranquilidad	57	3,58	,91	,82	4,00	4,00	-,54	,17	1-5	4
Bienestar	57	3,56	1,04	1,07	4,00	4,00	-,92	,75	1-5	4
Asombro	57	2,68	1,07	1,15	3,00	3,00	,04	-,30	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

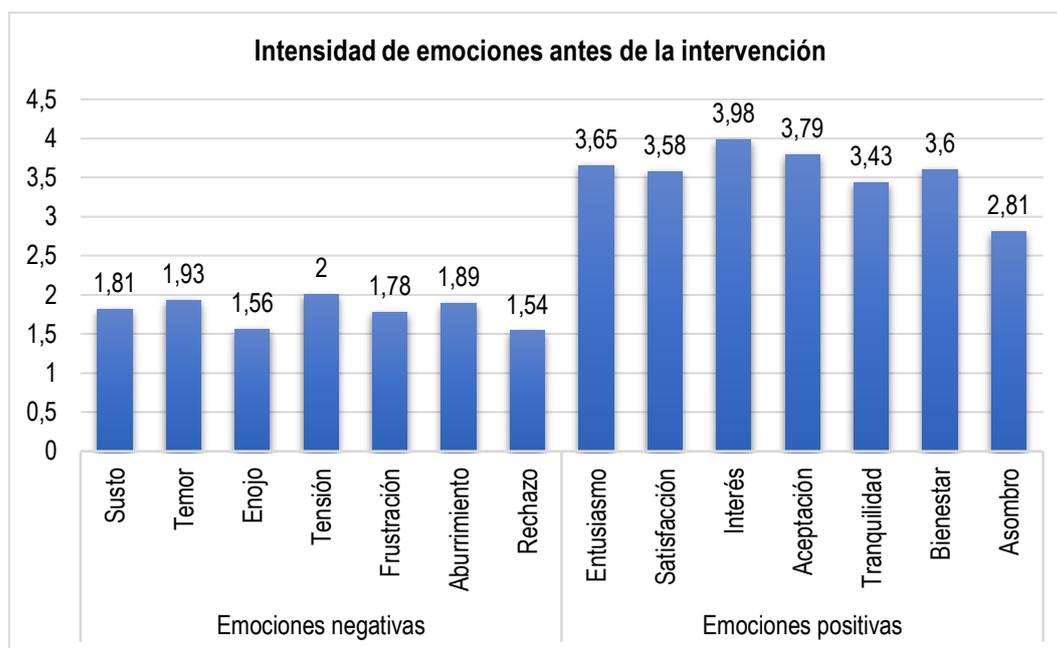
En cuanto a las emociones positivas, las dimensiones que registraron las intensidades más altas son *profesora* ($M=3,65$; $DE=,44$) y *contenidos científicos* ($M=3,63$; $DE=,37$) y la intensidad más baja corresponde a *metodología indagatoria* ($M=3,48$; $DE=,36$). No obstante, se aprecia que los resultados son muy similares entre sí. Con respecto a las emociones negativas, la mayor intensidad se presentó para la *asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I* ($M=1,95$; $DE=,22$) y *metodología indagatoria* ($M=1,92$; $DE=,28$), siendo la dimensión *profesora* la que reportó la media más baja ($M=1,56$; $DE=,13$).

De esta manera, la mayor diferencia entre las medias de intensidad de las emociones positivas y negativas se reportó para la *profesora* (2,09) y la menor para la *asignatura* (1,54). En todos los casos, la asimetría fue inferior a 1,78 y la curtosis inferior a 2,77.



Gráfica V.1. Intensidad media de las emociones positivas y negativas que experimentaron los estudiantes antes de la intervención en función de las dimensiones de análisis. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se aprecia que las variables presentaron una alta consistencia interna, ya que los valores del alfa de Cronbach para las emociones positivas y negativas se ubicaron entre ,80 y ,90; siendo las emociones negativas las que derivan la mayor fiabilidad en todas las dimensiones. Así, la mayor consistencia interna se obtuvo para las emociones negativas respecto a las dimensiones *profesor* (,90) y *clima de aula* (,90) y la menor para las emociones positivas hacia la *asignatura* (,80). Respecto a las cinco dimensiones analizadas, en la gráfica V.2 se presentan las medias de intensidad de las emociones positivas y negativas.



Gráfica V.2. Frecuencias de las emociones positivas y negativas que manifiestan los futuros maestros antes de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

A partir de la gráfica anterior se aprecia que *tensión* ($M=2,00$), *temor* ($M=1,93$) y *aburrimiento* ($M=1,89$) son las emociones negativas de mayor intensidad entre las cinco dimensiones de análisis. En cuanto a las emociones positivas, las medias más altas se reportaron para *interés* ($M=3,98$), *aceptación* ($M=3,79$) y *entusiasmo* ($M=3,65$). Las emociones de menor intensidad fueron *asombro* ($M=2,81$) y *rechazo* ($M=1,54$) respectivamente.

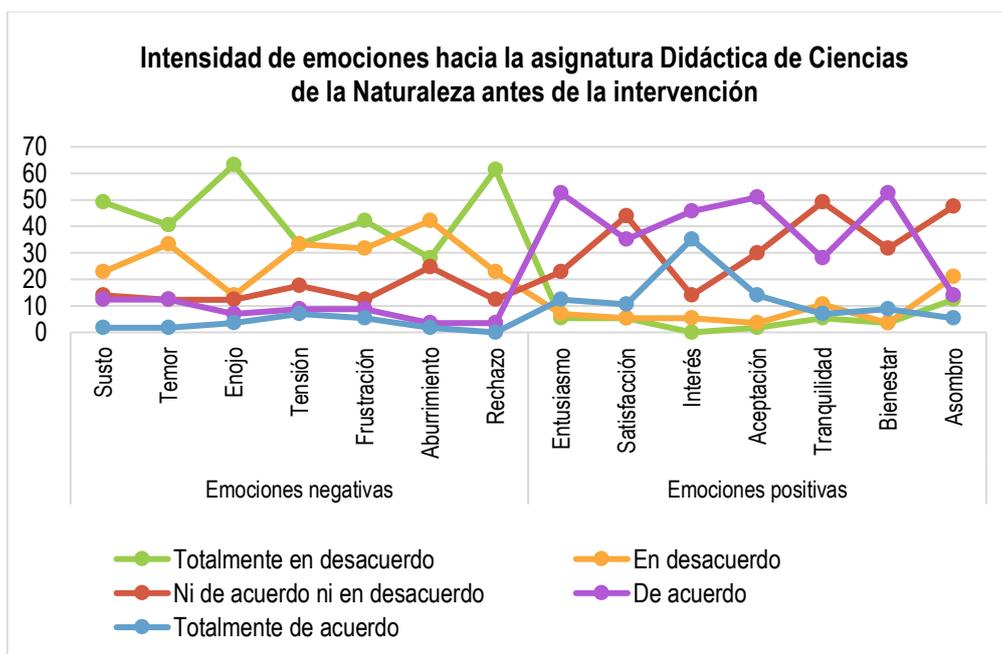
V.2.1.2. Análisis de frecuencias

Se exponen los análisis gráficos exploratorios para cada dimensión. Estos análisis describen las tendencias en los niveles de acuerdo sobre las variables que constituyen las escalas Likert y se procede a las sumas y promedios de las valoraciones positivas (totalmente de acuerdo y de acuerdo) y negativas (totalmente en desacuerdo y de acuerdo) para contribuir en la comprensión de los resultados, contrastándolos con los valores de fiabilidad según el tipo de emoción.

- **Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I**

En la gráfica V.3 se muestra el porcentaje del grado de acuerdo sobre la intensidad de las emociones positivas y negativas que 57 estudiantes declararon sentir hacia la *asignatura* en la fase preliminar de la intervención. Los resultados indican que los estudiantes experimentaron mayoritariamente emociones positivas como *interés* (80,7%), *entusiasmo* (64,9%), *aceptación* (64,9%), *bienestar* (61,4%), *satisfacción* (45,6%), *tranquilidad* (35,1%) y *asombro* (19,3%) puesto que se ubicaron en los niveles de acuerdo y totalmente de acuerdo de la escala Likert.

En cuanto a las emociones negativas prevalece la tendencia al desacuerdo y total desacuerdo en más del 60,0% de las puntuaciones de la muestra, de esta forma, *rechazo* ($M=1,58$; $DE=,84$) y *enojo* ($M=1,74$; $DE=1,14$) son las emociones menos experimentadas y *tensión* ($M=2,23$; $DE=1,21$) es la que presenta el mayor grado de ocurrencia (15,9%). Esa tendencia en el desacuerdo se expresa de la siguiente manera: *rechazo* (84,2%), *enojo* (77,2%), *temor* (73,7%), *frustración* (73,7%), *susto* (71,9%), *aburrimiento* (70,2%) y *tensión* (66,6%). Respecto a los sujetos que se ubicaron en la posición neutra se alcanzó en promedio un 15,0% para las emociones negativas ($\alpha=,87$) y un 34,1% para las emociones positivas ($\alpha=,80$).



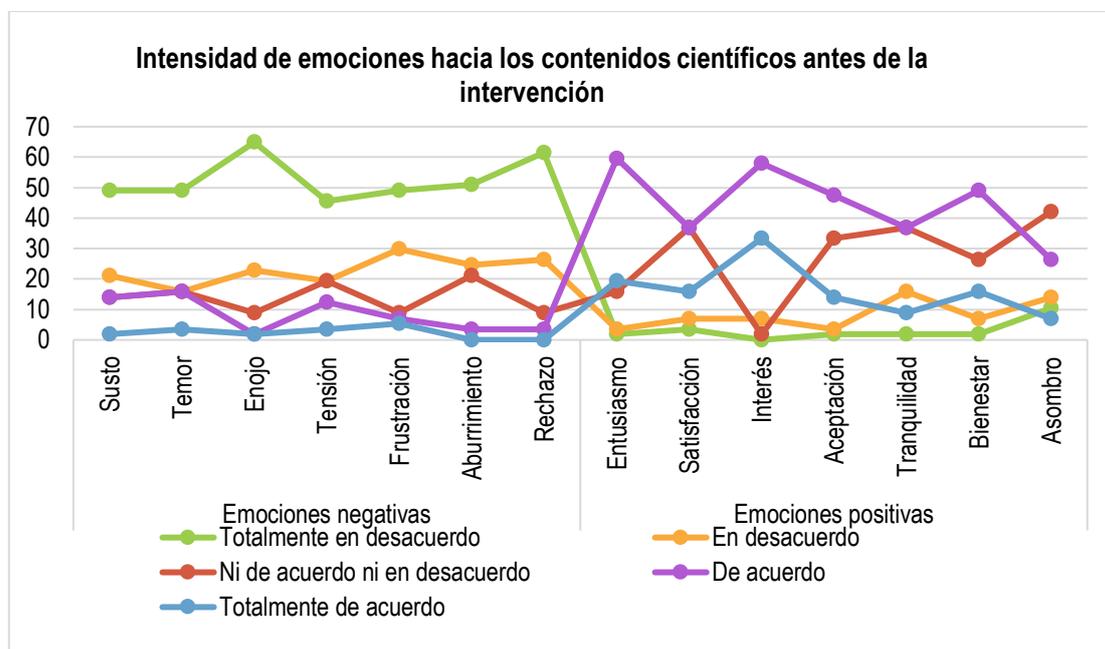
Gráfica V.3. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes respecto a la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I antes de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

- **Contenidos científicos**

En cuanto a las emociones que experimentaron los estudiantes hacia los *contenidos científicos* (ver gráfica V.4) los resultados indican el predominio de las emociones positivas respecto a las emociones negativas. Los sujetos declararon sentir mayoritariamente *interés* (91,2%), *entusiasmo* (78,9%), *bienestar* (64,9%), *aceptación* (61,4%), *satisfacción* (52,6%), *tranquilidad* (45,6%) y *asombro* (33,3%). *Interés* ($M=4,18$; $DE=,78$) y *entusiasmo* ($M=3,91$; $DE=,81$) son las variables de mayor intensidad y frecuencia.

Por otra parte, se aprecia que más del 60,0% de los sujetos está en desacuerdo y totalmente en desacuerdo de experimentar emociones negativas, tales como *enojo* (87,7%), *rechazo* (87,7%), *frustración* (78,9%), *aburrimiento* (75,5%), *susto* (70,2%), *temor* (64,9%) y *tensión* (64,9%).

No obstante, las emociones negativas de mayor intensidad son *temor* ($M=2,09$; $DE=1,27$), *tensión* ($M=2,09$; $DE=1,21$) y *susto* ($M=1,98$; $DE=1,17$). En cuanto a los sujetos que se ubicaron en la posición neutra se alcanzó en promedio un 13,8% para las emociones negativas ($\alpha=,89$) y un 27,6% para las emociones positivas ($\alpha=,82$).



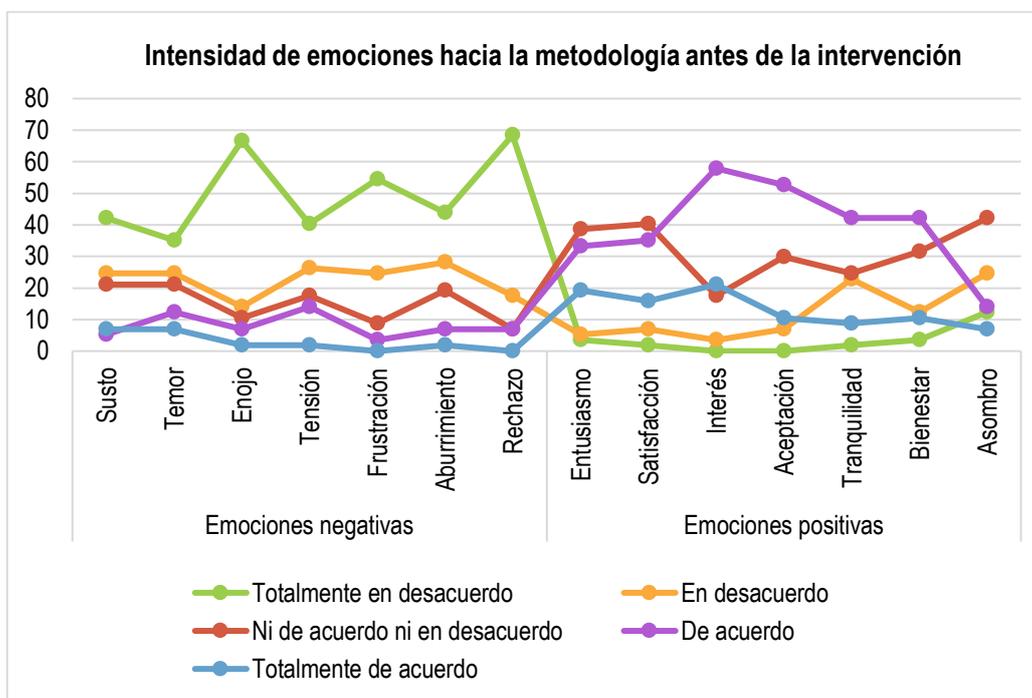
Gráfica V.4. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes respecto a los contenidos científicos antes de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

- **Metodología indagatoria**

Sobre la *metodología* de la asignatura, en la gráfica V.5 se aprecia la prevalencia de las emociones positivas respecto a las negativas. Más de la mitad de los estudiantes están de acuerdo y totalmente de acuerdo en que sienten emociones de alta intensidad como *interés* (79%), *aceptación* (63,1%), *entusiasmo* (52,6%), *bienestar* (52,6%), *satisfacción* (50,9%), *tranquilidad* (50,9%) y *asombro* (21%). Así, las emociones positivas de mayor intensidad son *interés* ($M=3,96$; $DE=,73$), *aceptación* ($M=3,67$; $DE=,76$) y *entusiasmo* ($M=3,60$; $DE=,98$) y la menos intensa es *asombro* ($M=2,79$; $DE=1,07$).

Existe un importante consenso entre los sujetos encuestados en cuanto a que las emociones negativas son las menos experimentadas. En este sentido, los niveles de desacuerdo y totalmente en desacuerdo superan 66,7% para todas las emociones negativas. Esa tendencia se manifiesta de la siguiente manera: *rechazo* (85,9%), *enojo* (80,7%), *frustración* (79,0%), *aburrimiento* (72,0%), *tensión* (66,7%), *susto* (66,7%) y *temor* (59,7%). Sin embargo, *temor* ($M=2,32$; $DE=1,27$), *tensión* ($M=2,11$; $DE=1,15$) y *susto* ($M=2,11$; $DE=1,22$) son las emociones negativas de mayor intensidad y *rechazo* ($M=1,53$; $DE=,91$) es la emoción menos intensa.

Finalmente, se aprecia que en promedio, el 32,1% de los sujetos se ubicaron en la posición ni de acuerdo ni en desacuerdo para la experimentación de emociones positivas ($\alpha=,85$) y el 15,0% para las emociones negativas ($\alpha=,92$).

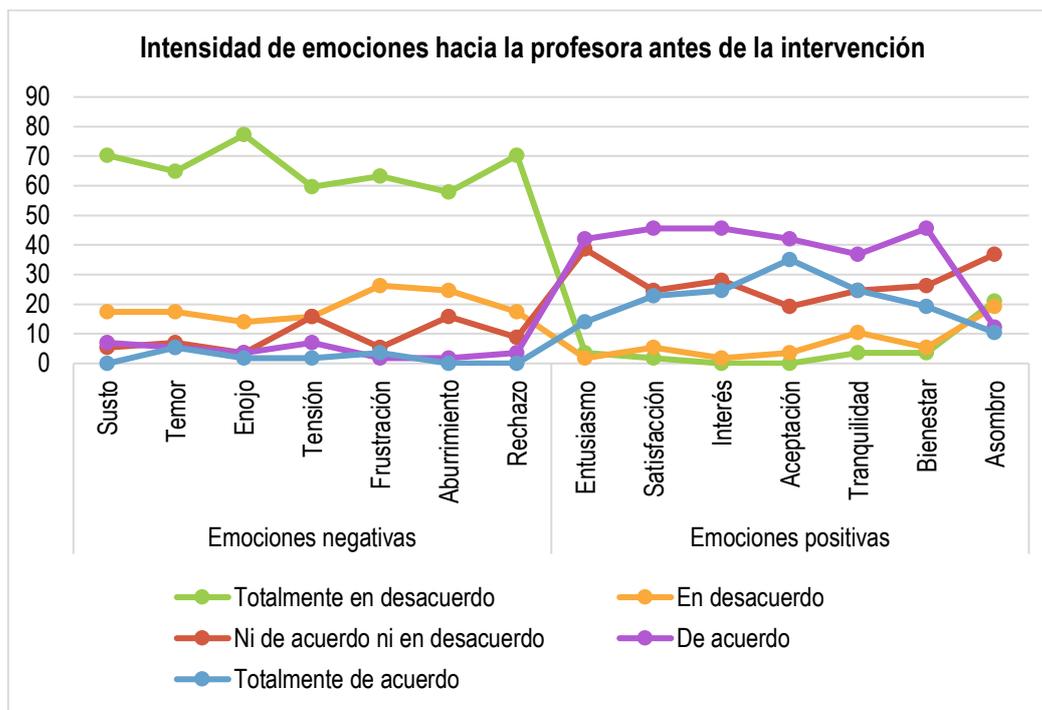


Gráfica V.5. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes respecto a la metodología antes de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

- **Profesora**

Respecto a las emociones que sintieron los estudiantes hacia la *profesora* (ver gráfica V.6) los resultados evidencian que más del 75,0% de los encuestados se ubicaron en las posiciones de desacuerdo y total desacuerdo respecto a la manifestación de emociones negativas. Las frecuencias relativas que representan el consenso entre los sujetos para cada emoción son las siguientes: *enojo* (91,2%), *frustración* (89,5%), *susto* (87,7%), *rechazo* (87,7%), *aburrimiento* (82,5%), *temor* (82,4%) y *tensión* (75,4%). En promedio, *tensión* ($M=1,75$; $DE=1,07$) y *temor* ($M=1,68$; $DE=1,15$) son las emociones negativas de mayor intensidad respecto a la *profesora*, pero son superadas significativamente por las emociones positivas.

El grado de acuerdo hacia la profesora es alto para casi todas las emociones positivas: *aceptación* (77,2%), *interés* (70,2%), *satisfacción* (68,4%), *bienestar* (64,9%), *tranquilidad* (61,4%), *entusiasmo* (56,1%) y *asombro* (22,8%). En este sentido, *aceptación* ($M=4,09$; $DE=,83$) e *interés* ($M=3,93$; $DE=,78$) son las emociones que presentan las valoraciones más altas de intensidad y *asombro* ($M=2,72$; $DE=1,24$) la más baja. En cuanto a los sujetos que se ubicaron en la posición neutra se alcanzó en promedio un 8,80% para las emociones negativas ($\alpha=,90$) y un 28,3% para las emociones positivas ($\alpha=,81$).



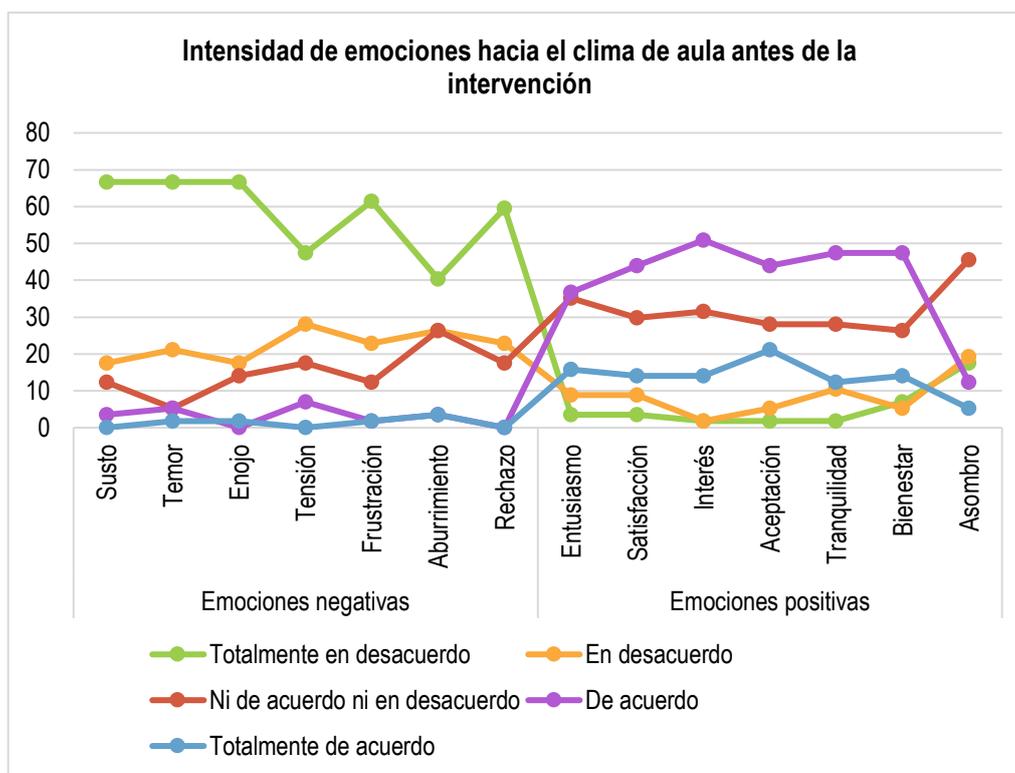
Gráfica V.6. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes respecto a la profesora antes de una intervención. Fuente: Elaboración propia.

- **Clima de aula**

Respecto al *clima de aula*, los resultados sobre la intensidad de las emociones de los futuros maestros son muy similares a la dimensión *profesora* (ver gráfica V.7). Los resultados sugieren que existe un marcado predominio del grado de totalmente en desacuerdo y en desacuerdo sobre la experimentación de emociones negativas, una tendencia que supera el 66% en la totalidad de dichas emociones. Tales frecuencias de desacuerdo están representadas por *temor* (87,8%), *susto* (84,2%), *enojo* (84,2%), *frustración* (84,2%), *rechazo* (82,4%), *tensión* (75,5%) y *aburrimiento* (66,7%). En suma, *aburrimiento* ($M=2,04$; $DE=1,07$) y *tensión* ($M=1,84$; $DE=,96$) fueron las emociones negativas que alcanzaron la mayor intensidad y las menos intensas fueron *susto* ($M=1,53$; $DE=,85$) y *enojo* ($M=1,53$; $DE=,87$).

Por otro lado, casi todas las emociones positivas superaron el 50,0% del grado de acuerdo favorable sobre su manifestación. De esta forma, los estudiantes declararon sentir *aceptación* (65%), *interés* (64,9%), *bienestar* (61,4%), *tranquilidad* (59,7%), *satisfacción* (57,9%), *entusiasmo* (52,6%) y *asombro* (17,6%).

Por tanto, *aceptación* ($M=3,77$; $DE=,91$) e *interés* ($M=3,74$; $DE=,79$) fueron las emociones de mayor intensidad y *asombro* ($M=2,68$; $DE=1,07$) fue la emoción positiva de menor intensidad. Respecto a los sujetos que se ubicaron en la posición neutra se alcanzó en promedio un 15,0% para las emociones negativas ($\alpha=,90$) y un 32,1% para las emociones positivas ($\alpha=,83$).



Gráfica V.7. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes respecto al clima de aula antes de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

V.2.1.3. Análisis inferencial

V.2.1.3.1. Análisis de normalidad: prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov

A través de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov se determinó si la muestra del grupo T1 proviene de una población con distribución normal. Para ello se consideraron todas las puntuaciones de las variables en las escalas Likert correspondientes a las cinco dimensiones de análisis. Así, para cada emoción se planteó la hipótesis nula y alternativa:

- H_0 = La distribución de las emociones positivas y negativas no difieren de la distribución normal.
- H_1 = La distribución de las emociones positivas y negativas difieren de la distribución normal.

En la tabla V.7 se exponen los resultados de la prueba considerando un intervalo de confianza del 95,0% ($p=,05$). Los resultados indican valores de significancias $p<,05$ para todas las emociones en las cinco dimensiones analizadas. En consecuencia, se aceptan las hipótesis alternativas. De esta forma, las emociones positivas y negativas no presentan distribución normal.

Tabla V.7

Prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov para las emociones positivas y negativas antes de la intervención en función de la dimensión del aprendizaje sobre la enseñanza de las Ciencias

Variable	Asignatura		Contenidos científicos		Metodología indagatoria		Profesora		Clima de aula	
	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p
Susto	,288	,000*	,290	,000*	,239	,000*	,411	,000*	,399	,000*
Entusiasmo	,309	,000*	,333	,000*	,202	,000*	,231	,000*	,211	,000*
Temor	,243	,000*	,295	,000*	,201	,000*	,373	,000*	,384	,000*
Satisfacción	,229	,000*	,208	,000*	,223	,000*	,261	,000*	,254	,000*
Enojo	,372	,000*	,377	,000*	,394	,000*	,445	,000*	,394	,000*
Interés	,257	,000*	,324	,000*	,309	,000*	,238	,000*	,279	,000*
Tensión	,241	,000*	,271	,000*	,236	,000*	,355	,000*	,284	,000*
Aceptación	,283	,000*	,263	,000*	,300	,000*	,230	,000*	,248	,000*
Frustración	,249	,000*	,271	,000*	,310	,000*	,355	,000*	,359	,000*
Tranquilidad	,252	,000*	,217	,000*	,259	,000*	,230	,000*	,276	,000*
Aburrimiento	,240	,000*	,311	,000*	,257	,000*	,352	,000*	,237	,000*
Bienestar	,298	,000*	,281	,000*	,246	,000*	,264	,000*	,278	,000*
Rechazo	,368	,000*	,365	,000*	,403	,000*	,417	,000*	,368	,000*
Asombro	,249	,000*	,235	,000*	,211	,000*	,186	,000*	,247	,000*

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

V.2.1.3.2. Análisis comparativo intragrupo según el sexo: prueba no paramétrica U de Mann-Whitney

En el presente apartado se exponen los resultados sobre la intensidad mediana de las emociones positivas y negativas que experimentaron 57 estudiantes frente a las siguientes dimensiones antes de la intervención:

- Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I.
- Contenidos científicos.
- Metodología indagatoria.
- Profesora
- Clima de aula.

Asimismo, se determina sobre la existencia de diferencias significativas o no significativas en función del sexo. Puesto que los datos no cumplen los supuestos de normalidad estadística, el presente análisis intragrupo se basa en la aplicación de la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney de una cola para dos muestras no relacionadas (emociones sentidas por los varones y emociones manifestadas por las mujeres).

En las tablas siguientes se incluyen las medianas no paramétricas para hombres y mujeres, los estadísticos de prueba U de Mann-Whitney, las significancias (α : probabilidad de cometer error Tipo I), β (probabilidad de cometer error Tipo II), potencias estadísticas (P) y los tamaños del efecto (TE) para cada variable, considerando una significación $p = ,05$ con un intervalo de confianza equivalente al 95,0% y un grado de libertad.

- **Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I**

Como se aprecia en la tabla V.8 los resultados indican que los varones experimentaron todas las emociones negativas hacia la asignatura con una intensidad mayor que las mujeres. Se aprecia la existencia de diferencias estadísticamente significativas para *enojo* ($Mdn=34,8$; $U=246,5$; $p=,037$; $\beta=58,2$; $P=41,8\%$; $TE=,35$) y *rechazo* ($Mdn=34,9$; $U=245,0$; $p=,036$; $\beta=51,5$; $P=48,5\%$; $TE=,35$); tales diferencias son favorables a los varones; es más, *enojo* ($Mdn=34,8$) y *rechazo* ($Mdn=34,9$) presentaron las intensidades medianas más grandes del conjunto de emociones negativas en función del sexo.

Tabla V.8

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I en función del sexo antes de la intervención

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=18) Rango promedio	Mujeres (n=39) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	33,3	27,0	273,0	,150	66,5	33,5	,39
	Temor	33,0	27,1	279,0	,191	60,4	39,6	,40
	Enojo	34,8	26,3	246,5	,037*	58,2	41,8	,35
	Tensión	34,6	26,4	250,0	,071	44,7	55,3	,36
	Frustración	33,6	26,9	268,0	,131	57,8	42,2	,38
	Aburrimiento	34,6	26,4	250,5	,067	40,9	59,1	,36
	Rechazo	34,9	26,3	245,0	,036*	51,5	48,5	,35
Positivas	Entusiasmo	25,6	30,6	413,0	,246	77,7	22,3	,59
	Satisfacción	28,0	29,5	369,0	,741	89,0	11,0	,53
	Interés	21,1	32,7	493,5	,008*	18,7	81,3	,70
	Aceptación	30,4	28,4	325,5	,633	81,8	18,2	,46
	Tranquilidad	28,2	29,4	366,0	,781	94,6	5,40	,52
	Bienestar	25,9	30,4	406,5	,293	84,4	15,6	,58
	Asombro	24,1	31,2	438,5	,109	52,1	47,9	,62

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

En ambas variables se aprecia una alta probabilidad de cometer un error Tipo II (no rechazo de H_0 cuando en realidad H_1 es verdadera) dado que β supera a la potencia estadística. También, la potencia y el tamaño del efecto son pequeños debido al reducido tamaño de la muestra. Por otra parte, hay ausencia de diferencias significativas entre el sexo para *susto*, *temor*, *enojo*, *tensión*, *frustración*, *aburrimiento* y *rechazo*.

En relación con las emociones positivas, todas menos una, presentaron medianas más grandes favorables a las mujeres, tales como *entusiasmo* ($Mdn=30,6$), *satisfacción* ($Mdn=29,5$), *interés* ($Mdn=32,7$), *tranquilidad* ($Mdn=29,4$), *bienestar* ($Mdn=30,4$) y *asombro* ($Mdn=31,2$). De esta forma, *interés* ($Mdn=32,7$) y *asombro* ($Mdn=31,2$) reportaron las mayores intensidades entre las mujeres. Además, se establecieron diferencias significativas para *interés* ($U=493,5$; $p=,008$; $\beta=18,7$; $P=81,3\%$; $TE=,70$) con un mediano tamaño del efecto y cuyas diferencias son favorables a las mujeres.

- **Contenidos científicos**

Con respecto a los contenidos científicos (ver tabla V.9), los resultados indican que los hombres manifestaron emociones negativas como *susto* ($Mdn=31,1$), *temor* ($Mdn=30,8$), *enojo* ($Mdn=33,2$), *tensión* ($Mdn=33,8$), *frustración* ($Mdn=33,9$), *aburrimiento* ($Mdn=33,6$) y *rechazo* ($Mdn=34,1$) más intensas en comparación con las mujeres; siendo *rechazo*, *frustración* y *tensión*, las emociones con la mediana más alta. Sin embargo, no existen diferencias significativas para dichas variables en función del sexo.

Tabla V.9

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia los contenidos científicos en función del sexo antes de la intervención

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=18) Rango promedio	Mujeres (n=39) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	31,1	28,0	313,5	,489	86,3	13,7	,45
	Temor	30,8	28,2	319,0	,556	87,1	12,9	,45
	Enojo	33,2	27,1	276,0	,128	70,2	29,8	,39
	Tensión	33,8	26,8	264,0	,113	56,2	43,8	,38
	Frustración	33,9	26,7	262,5	,100	65,4	34,6	,37
	Aburrimiento	33,6	26,9	268,5	,123	53,8	46,2	,38
	Rechazo	34,1	26,6	259,0	,068	56,2	43,8	,37
Positivas	Entusiasmo	23,2	31,7	455,0	,043*	43,1	56,9	,65
	Satisfacción	28,1	29,4	367,0	,772	92,0	8,00	,52
	Interés	22,9	31,8	461,5	,030*	48,0	52,0	,66
	Aceptación	26,8	30,0	391,5	,452	86,6	13,4	,56
	Tranquilidad	29,7	28,7	338,0	,814	92,0	8,00	,48
	Bienestar	27,7	29,6	375,0	,657	92,4	7,60	,53
	Asombro	23,8	31,4	444,0	,093	46,9	53,1	,63

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

De manera similar a la dimensión *asignatura* se evidencia que las mujeres experimentaron emociones positivas con una mayor intensidad mediana en contraste con los hombres, tales como *entusiasmo* ($Mdn=31,7$), *satisfacción* ($Mdn=29,4$), *interés* ($Mdn=31,8$), *aceptación* ($Mdn=30,0$), *bienestar* ($Mdn=29,6$) y *asombro* ($Mdn=31,4$), siendo *interés*, *entusiasmo* y *asombro* las que reportaron las intensidades más fuertes.

De hecho, existen diferencias significativas a favor de las mujeres en *entusiasmo* ($Mdn=31,67$; $U=455,0$; $p=,043$; $\beta=,43,1$; $P=56,9\%$ $TE=,65$) e *interés* ($Mdn=31,83$; $U=461,5$; $p=,030$; $\beta=48,0$; $P=52,0\%$; $TE=,66$), cuyos tamaños del efecto se consideran medianos respectivamente.

- **Metodología indagatoria**

En lo que refiere a la *metodología indagatoria* (ver tabla V.10), los resultados son similares a los derivados en las dimensiones *asignatura* y *contenidos científicos*, dado que son los hombres quienes expresaron emociones negativas como *susto* ($Mdn=33,4$), *temor* ($Mdn=32,3$), *enojo*

($Mdn=32,1$), *tensión* ($Mdn=32,5$), *frustración* ($Mdn=36,7$), *aburrimiento* ($Mdn=34,4$) y *rechazo* ($Mdn=30,8$) con la mayor intensidad mediana a diferencia de las mujeres; por ejemplo, *aburrimiento* y *frustración* fueron las emociones negativas más intensas.

Tabla V.10

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la metodología indagatoria en función del sexo antes de la intervención

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=18) Rango promedio	Mujeres (n=39) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	33,4	26,9	272,0	,153	49,3	50,7	,39
	Temor	32,3	27,4	291,0	,286	70,1	29,9	,41
	Enojo	32,1	27,5	295,0	,250	76,5	23,5	,42
	Tensión	32,5	27,4	288,5	,260	67,0	33,0	,41
	Frustración	36,7	25,4	212,0	,009*	28,4	71,6	,30
	Aburrimiento	34,4	26,5	253,0	,074	45,2	54,8	,36
	Rechazo	30,8	28,2	319,5	,510	88,5	11,5	,46
Positivas	Entusiasmo	28,2	29,4	366,0	,786	92,2	7,80	,52
	Satisfacción	29,1	28,9	350,0	,985	95,0	5,00	,50
	Interés	26,4	30,2	397,0	,375	76,5	23,5	,57
	Aceptación	25,9	30,4	407,0	,290	71,2	28,8	,58
	Tranquilidad	27,7	29,6	375,0	,664	86,4	13,6	,53
	Bienestar	28,3	29,3	363,0	,827	91,9	8,10	,52
	Asombro	29,3	28,9	346,5	,935	92,6	7,40	,49

Nota: * $p<,05$ Fuente: Elaboración propia.

Entre varones y mujeres existían diferencias significativas en *frustración* ($Mdn=25,4$; $U=212,0$; $p=,009$; $\beta=28,4$; $P=71,6\%$; $TE=,30$) relacionadas con un pequeño tamaño del efecto. Tales diferencias estuvieron a favor de las mujeres.

Respecto a las emociones positivas, fueron las mujeres quienes reportaron las intensidades más altas en todas, tales como *entusiasmo* ($Mdn=29,4$), *satisfacción* ($Mdn=28,9$), *interés* ($Mdn=30,2$), *aceptación* ($Mdn=30,4$), *tranquilidad* ($Mdn=29,6$), *bienestar* ($Mdn=29,3$) y *asombro* ($Mdn=28,9$) destacándose *aceptación* e *interés* por sus medianas más altas. No se reportaron diferencias significativas para dichas emociones.

- **Profesora**

Respecto a las diferencias en las emociones experimentadas por los estudiantes hacia la *profesora* (ver tabla V.11) se evidencia que las mujeres experimentaron emociones negativas con una intensidad mediana ligeramente menor en todas las variables, cuyos resultados son similares a las dimensiones analizadas anteriormente. Así, *susto* ($Mdn=31,3$), *temor* ($Mdn=32,6$), *enojo* ($Mdn=31,4$), *tensión* ($Mdn=30,3$), *frustración* ($Mdn=35,8$), *aburrimiento* ($Mdn=36,8$) y *rechazo* ($Mdn=30,6$) son las emociones negativas de mayor intensidad experimentadas por los varones.

De estas, se derivaron diferencias significativas en emociones con la mayor intensidad mediana como *frustración* ($U=229,0$; $p=,014$; $\beta=47,1$; $P=52,9\%$; $TE=,33$) y *aburrimiento* ($U=211,0$; $p=,007$;

$\beta=16,0$; $P=84,0\%$; $TE=,30$) en provecho de los varones, con pequeños tamaños del efecto. Acerca de las emociones positivas, los hombres experimentaron intensidades menores en todas menos una de las variables de análisis (*asombro*, $Mdn=30,1$). Así, las mujeres experimentaron *entusiasmo* ($Mdn=29,4$), *satisfacción* ($Mdn=31,2$), *interés* ($Mdn=29,5$), *aceptación* ($Mdn=30,2$), *tranquilidad* ($Mdn=29,0$) y *bienestar* ($Mdn=30,7$). Sin embargo, no se reportaron diferencias significativas en las emociones positivas respecto al sexo de los sujetos.

Tabla V.11

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la profesora en función del sexo antes de la intervención

Tipo de emoción	Emoción	Varones ($n=18$) Rango promedio	Mujeres ($n=39$) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	31,3	27,9	309,0	,371	84,4	15,6	,44
	Temor	32,6	27,3	285,5	,185	78,3	21,7	,41
	Enojo	31,4	27,9	307,0	,303	94,5	5,50	,44
	Tensión	30,3	28,4	328,0	,655	85,4	14,6	,47
	Frustración	35,8	25,9	229,0	,014*	47,1	52,9	,33
	Aburrimiento	36,8	25,4	211,0	,007*	16,0	84,0	,30
	Rechazo	30,6	28,2	321,5	,529	93,9	6,10	,46
Positivas	Entusiasmo	28,2	29,4	366,0	,782	94,5	5,50	,52
	Satisfacción	24,3	31,2	435,0	,124	61,2	38,8	,62
	Interés	28,0	29,5	369,0	,740	91,2	8,80	,53
	Aceptación	26,5	30,2	396,0	,409	85,1	14,9	,56
	Tranquilidad	28,9	29,0	352,0	,986	90,6	9,40	,50
	Bienestar	25,3	30,7	417,5	,224	68,8	31,2	,59
	Asombro	30,1	28,5	331,5	,729	87,8	12,2	,47

Nota: * $p<,05$ Fuente: Elaboración propia.

- **Clima de aula**

En relación con el *clima de aula* (ver tabla V.12), los resultados indican que los hombres expresaron emociones negativas como *susto* ($Mdn=34,1$), *temor* ($Mdn=35,6$), *enojo* ($Mdn=36,2$), *tensión* ($Mdn=34,3$), *frustración* ($Mdn=37,0$), *aburrimiento* ($Mdn=32,6$) y *rechazo* ($Mdn=33,1$) con una intensidad mediana mayor que las mujeres. Además, se aprecia que *enojo* ($U=222,0$; $p=,008$; $\beta=38,6$; $P=61,4\%$; $TE=,32$) y *frustración* ($U=207,0$; $p=,004$; $\beta=24,7$; $P=75,3\%$; $TE=,29$) presentaron diferencias significativas a favor de los varones, cuyos tamaños del efecto son pequeños.

En ambas variables la probabilidad de cometer un error Tipo II es reducida dado que la potencia es alta. Por otra parte, las mujeres manifestaron en mayor medida emociones positivas como *entusiasmo* ($Mdn=30,8$), *satisfacción* ($Mdn=31,1$), *interés* ($Mdn=29,9$), *aceptación* ($Mdn=31,7$), *tranquilidad* ($Mdn=29,9$), *bienestar* ($Mdn=30,1$) y *asombro* ($Mdn=30,1$), de las cuales *entusiasmo*, *aceptación* y *satisfacción* reportaron las medianas más altas. No obstante, no se registraron diferencias significativas en función del sexo.

Tabla V.12

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia el clima de aula en función del sexo antes de la intervención

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=18) Rango promedio	Mujeres (n=39) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	34,1	26,6	259,0	,058	46,9	53,1	,37
	Temor	35,6	25,9	233,0	,015	36,7	63,3	,33
	Enojo	36,2	25,7	222,0	,008*	38,6	61,4	,32
	Tensión	34,3	26,6	255,5	,078	48,3	51,7	,36
	Frustración	37,0	25,3	207,0	,004*	24,7	75,3	,29
	Aburrimiento	32,6	27,3	286,0	,239	69,0	31,0	,41
	Rechazo	33,1	27,1	276,5	,145	73,3	26,7	,39
	Entusiasmo	25,1	30,8	422,0	,199	71,4	28,6	,60
Positivas	Satisfacción	24,4	31,1	433,5	,132	62,3	37,7	,62
	Interés	26,9	29,9	389,0	,475	87,3	12,7	,55
	Aceptación	23,1	31,7	456,5	,054	48,8	51,2	,65
	Tranquilidad	27,2	29,9	384,0	,543	87,4	12,6	,55
	Bienestar	26,7	30,1	392,0	,451	85,4	14,6	,56
	Asombro	26,6	30,1	393,5	,439	85,3	14,7	,56

Nota: *p<,05 Fuente: Elaboración propia.

V.2.2. Sub-estudio sobre la intensidad de las emociones durante la intervención

V.2.2.1. Análisis descriptivo intragrupo

En la tabla V.13 se exponen los resultados globales del grado de acuerdo declarado por 54 estudiantes (grupo T1) acerca de la intensidad con la que experimentaron emociones positivas y negativas respecto a *asignatura*, *contenidos científicos*, *metodología*, *profesor* y *clima de aula* durante la intervención. En las tablas V.14 a V.18 se exponen las propiedades psicométricas para cada una.

Tabla V.13

Estadísticos descriptivos sobre intensidad de emociones que experimentaron estudiantes durante la intervención

Dimensión	Tipo de emoción	Momento de la intervención		Asimetría	Curtosis	Alfa de Cronbach
		Durante				
		M	DE			
Asignatura	Positiva	4,15	,39	-,49	-,63	,70
	Negativa	1,30	,17	2,21	5,33	,80
Contenidos científicos	Positiva	4,03	,41	-,23	-,76	,75
	Negativa	1,38	,11	1,91	3,27	,87
Metodología indagatoria	Positiva	4,16	,31	-,78	,19	,77
	Negativa	1,32	,11	2,48	6,21	,79
Profesora	Positiva	4,32	,34	-,72	-,49	,78
	Negativa	1,18	,07	2,79	7,33	,74
Clima de aula	Positiva	3,94	,34	-,38	-,28	,88
	Negativa	1,26	,13	2,51	7,12	,77

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla V.14

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I durante la intervención

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	54	1,22	,46	,21	1,00	1,00	1,95	3,18	1-5	2
Temor	54	1,30	,50	,25	1,00	1,00	1,38	,93	1-5	2
Enojo	54	1,17	,42	,18	1,00	1,00	2,58	6,50	1-5	2
Tensión	54	1,63	,88	,77	1,00	1,00	1,69	3,42	1-5	4
Frustración	54	1,22	,57	,33	1,00	1,00	3,13	11,09	1-5	3
Aburrimiento	54	1,39	,66	,43	1,00	1,00	1,88	3,97	1-5	3
Rechazo	54	1,15	,41	,17	1,00	1,00	2,86	8,24	1-5	2
Entusiasmo	54	4,20	,63	,39	4,00	4,00	-,17	-,49	1-5	2
Satisfacción	54	4,35	,71	,50	4,00	5,00	-,62	-,75	1-5	2
Interés	54	4,48	,61	,37	5,00	5,00	-,72	-,41	1-5	2
Aceptación	54	4,11	,72	,52	4,00	4,00	-,17	-1,00	1-5	2
Tranquilidad	54	4,15	,94	,88	4,00	5,00	-,73	-,57	1-5	3
Bienestar	54	4,44	,60	,37	4,50	5,00	-,58	-,55	1-5	2
Asombro	54	3,33	1,23	1,51	4,00	4,00	-,49	-,64	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla V.15

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión contenidos científicos durante la intervención

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	54	1,43	,82	,66	1,00	1,00	2,09	3,83	1-5	3
Temor	54	1,33	,64	,42	1,00	1,00	2,20	5,24	1-5	3
Enojo	54	1,22	,46	,21	1,00	1,00	1,95	3,18	1-5	2
Tensión	54	1,50	,80	,63	1,00	1,00	1,64	2,18	1-5	3
Frustración	54	1,41	,79	,62	1,00	1,00	2,23	4,68	1-5	3
Aburrimiento	54	1,52	,80	,63	1,00	1,00	1,34	,78	1-5	3
Rechazo	54	1,26	,52	,27	1,00	1,00	1,93	3,02	1-5	2
Entusiasmo	54	4,09	,68	,46	4,00	4,00	-,12	-,77	1-5	2
Satisfacción	54	4,06	,63	,39	4,00	4,00	-,04	-,34	1-5	2
Interés	54	4,48	,54	,29	4,50	5,00	-,30	-1,16	1-5	2
Aceptación	54	4,09	,78	,61	4,00	4,00	-,41	-,54	1-5	3
Tranquilidad	54	4,02	,79	,62	4,00	4,00	-,03	-1,38	1-5	2
Bienestar	54	4,30	,66	,44	4,00	4,00	-,41	-,71	1-5	2
Asombro	54	3,17	1,18	1,39	3,00	3,00	-,34	-,44	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla V.16

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión metodología indagatoria durante la intervención

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	54	1,30	,77	,59	1,00	1,00	3,32	12,1	1-5	4
Temor	54	1,33	,67	,45	1,00	1,00	2,19	4,65	1-5	3
Enojo	54	1,22	,50	,25	1,00	1,00	2,25	4,51	1-5	2
Tensión	54	1,50	,95	,90	1,00	1,00	2,00	3,57	1-5	4
Frustración	54	1,41	,84	,70	1,00	1,00	2,52	6,92	1-5	4
Aburrimiento	54	1,30	,69	,48	1,00	1,00	2,39	5,07	1-5	3
Rechazo	54	1,19	,48	,23	1,00	1,00	2,66	6,63	1-5	2
Entusiasmo	54	4,33	,70	,49	4,00	5,00	-,57	-,78	1-5	2
Satisfacción	54	4,31	,87	,75	5,00	5,00	,33	2,52	1-5	4
Interés	54	4,46	,64	,40	5,00	5,00	-,77	-,37	1-5	2
Aceptación	54	4,30	,69	,48	4,00	4,00	-,83	,98	1-5	3
Tranquilidad	54	3,87	1,01	1,02	4,00	4,00	-,76	,57	1-5	4
Bienestar	54	4,22	,79	,63	4,00	5,00	-,43	-1,28	1-5	2
Asombro	54	3,59	1,27	1,60	4,00	4,00	-,74	-,29	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla V.17

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión profesora durante la intervención

Variable	n	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	54	1,17	,42	,18	1,00	1,00	2,58	6,50	1-5	2
Temor	54	1,15	,43	,17	1,00	1,00	2,86	8,24	1-5	2
Enojo	54	1,13	,48	,23	1,00	1,00	3,63	11,9	1-5	3
Tensión	54	1,30	,69	,48	1,00	1,00	2,39	5,07	1-5	2
Frustración	54	1,20	,49	,24	1,00	1,00	2,45	5,47	1-5	2
Aburrimiento	54	1,22	,50	,25	1,00	1,00	2,25	4,51	1-5	1
Rechazo	54	1,07	,26	,07	1,00	1,00	3,35	9,55	1-5	1
Entusiasmo	54	4,43	,66	,44	5,00	5,00	-,73	-,48	1-5	2
Satisfacción	54	4,50	,61	,37	5,00	5,00	-,79	-,31	1-5	2
Interés	54	4,52	,57	,33	5,00	5,00	-,70	-,49	1-5	2
Aceptación	54	4,39	,63	,39	4,00	4,00	-,52	-,59	1-5	2
Tranquilidad	54	4,48	,67	,44	5,00	5,00	-,93	-,24	1-5	2
Bienestar	54	4,37	,71	,50	4,50	5,00	-,68	-,72	1-5	2
Asombro	54	3,56	1,37	1,87	4,00	5,00	-,69	-,60	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla V.18

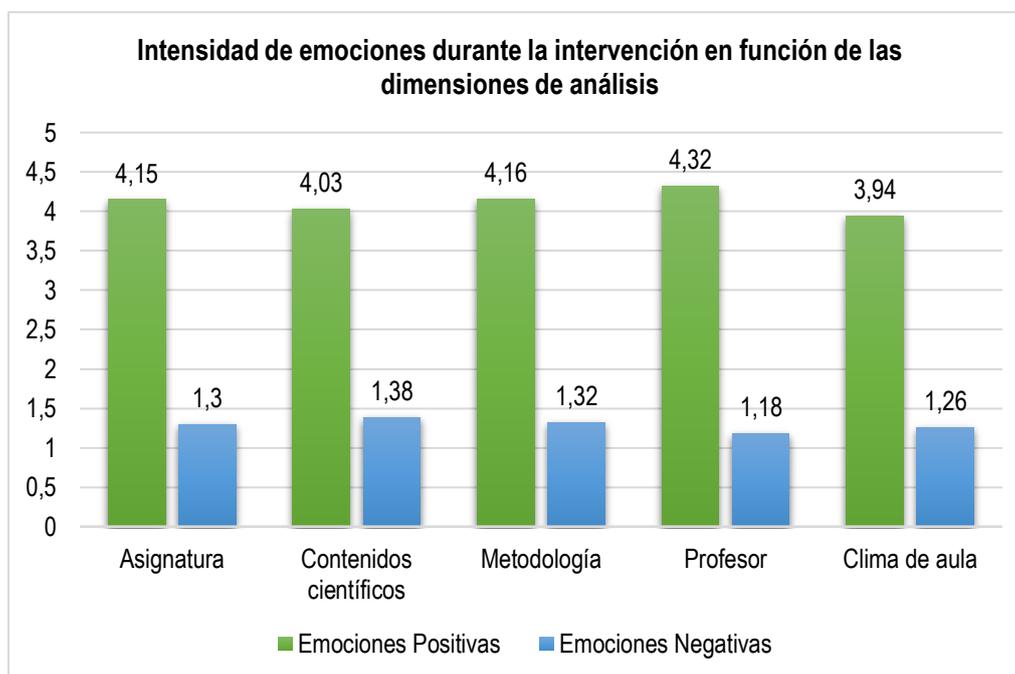
Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión clima de aula durante la intervención

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	54	1,15	,49	,24	1,00	1,00	4,31	21,7	1-5	3
Temor	54	1,15	,36	,13	1,00	1,00	2,04	2,24	1-5	1
Enojo	54	1,20	,56	,32	1,00	1,00	3,34	12,4	1-5	3
Tensión	54	1,46	,88	,78	1,00	1,00	2,16	4,72	1-5	4
Frustración	54	1,19	,44	,19	1,00	1,00	2,34	5,14	1-5	2
Aburrimiento	54	1,43	,69	,48	1,00	1,00	1,35	,49	1-5	2
Rechazo	54	1,28	,59	,36	1,00	1,00	2,05	3,07	1-5	2
Entusiasmo	54	4,00	,73	,53	4,00	4,00	,00	-1,06	1-5	2
Satisfacción	54	4,11	,74	,55	4,00	4,00	-,18	-1,14	1-5	2
Interés	54	4,06	,74	,54	4,00	4,00	-,09	-1,12	1-5	2
Aceptación	54	4,13	,70	,49	4,00	4,00	-,19	-,91	1-5	2
Tranquilidad	54	4,04	,87	,75	4,00	4,00	-,97	1,61	1-5	4
Bienestar	54	4,06	,83	,70	4,00	4,00	-,92	1,83	1-5	4
Asombro	54	3,19	1,43	2,04	4,00	3,00	-,29	-1,16	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

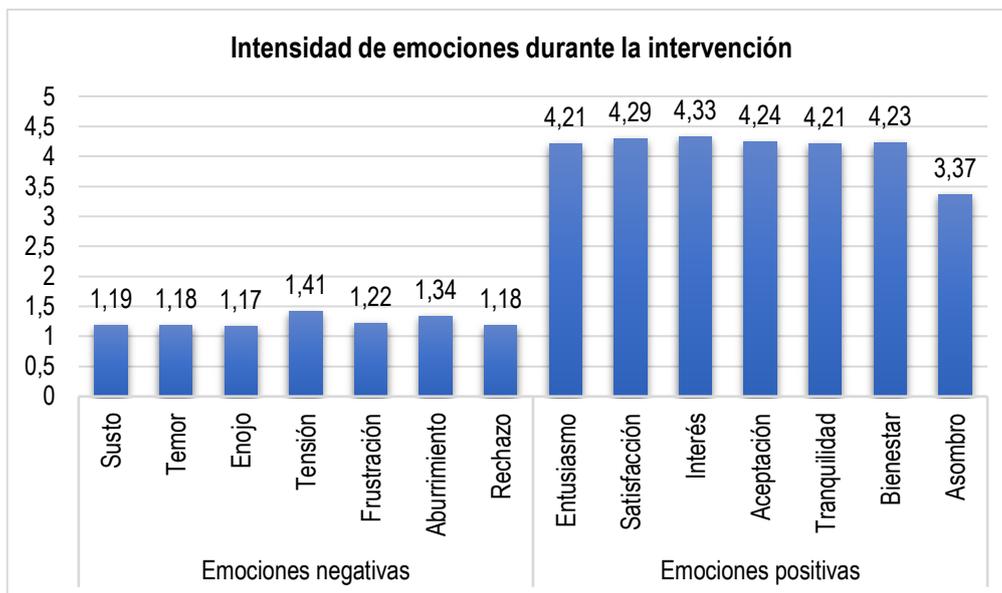
En términos generales, se aprecia una mayor intensidad de las emociones positivas en todas las dimensiones a diferencia de las emociones negativas que reportan los promedios más bajos (ver tabla V.13 y gráfica V.8). Respecto a las emociones positivas, las dimensiones *profesora* ($M=4,32$; $DE=,34$) y *metodología indagatoria* ($M=4,16$; $DE=,31$) registraron las intensidades más altas y el *clima de aula* ($M=3,94$; $DE=,34$) presentó la media más baja. En este sentido, se aprecia una tendencia favorable en casi todas las dimensiones analizadas, con valores promedio muy semejantes entre sí.

En cuanto a las emociones negativas, las medias para todas las dimensiones se ubicaron en los niveles de totalmente en desacuerdo. En la dimensión *contenidos científicos* ($M=1,38$; $DE=,11$) se reportó el valor más alto de intensidad y en la dimensión *profesora* ($M=1,18$; $DE=,07$) el promedio más bajo, las demás dimensiones se comportaron de manera similar. La mayor diferencia entre las medias de intensidad de las emociones positivas y negativas se reportó para la *profesora* (3,14) y la menor para los *contenidos científicos* (2,65).



Gráfica V.8. Intensidad media de las emociones positivas y negativas que experimentaron los estudiantes durante la intervención. Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las cinco dimensiones analizadas, en la gráfica V.9 se presentan las medias de intensidad de las emociones positivas y negativas que experimentaron los estudiantes durante la intervención. Los resultados evidencian el predominio de las emociones positivas sobre las negativas, así, *interés*, *satisfacción* y *aceptación* registraron los valores de mayor intensidad y *asombro* reportó la media más baja. Además, se aprecia que la mayoría de las emociones positivas presentaron medias muy similares entre sí. *Tensión* ($M=1,55$) y *rechazo* ($M=1,21$) son las emociones negativas de mayor y menor intensidad respectivamente.



Gráfica V.9. Frecuencias de las emociones positivas y negativas que manifestaron los estudiantes durante la intervención. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la asimetría de las emociones positivas se reportaron valores negativos bajos para todas las dimensiones (distribución asimétrica negativa), lo que indica que la mayor cantidad de datos se distribuyen en los valores menores a la media aritmética; estadístico que en este caso es menor que la mediana y moda del conjunto de datos. Con respecto a las emociones negativas, la distribución es asimétrica positiva por lo que los datos en gran medida están distribuidos por encima de los valores de la media aritmética, esto ocurre por la presencia de valores atípicos muy grandes en la distribución de los datos y la media es mayor que la mediana y la moda.

Respecto a la concentración de los datos para las emociones positivas, la mayoría de las dimensiones presentaron curtosis negativas, en consecuencia, para cada emoción se definen curvas platicúrticas con muy bajas aglomeraciones en la región central. Solamente la *metodología*, reportó una curtosis positiva, por lo cual define una curva leptocúrtica, con un alto grado de concentración de datos en la región central. En cuanto a las emociones negativas, todas las dimensiones reportaron valores positivos, por lo que definen curvas leptocúrticas. Existe asimetría en las medias tanto para las emociones positivas como en las negativas debido a valores atípicos en el conjunto de datos. En otras palabras, los datos carecen de uniformidad o normalidad. Dicha afirmación, se verifica más adelante mediante la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov.

Se aprecia una fiabilidad aceptable para las emociones positivas y negativas en todas las dimensiones, con valores entre 0,70 y 0,87. Para *asignatura*, *contenidos científicos* y *metodología indagatoria*, los valores del alfa de Cronbach para las emociones positivas son menores que los correspondientes a las emociones negativas. En el caso de las dimensiones *profesora* y *clima de aula* existe una mayor fiabilidad para las emociones positivas en comparación con las emociones negativas.

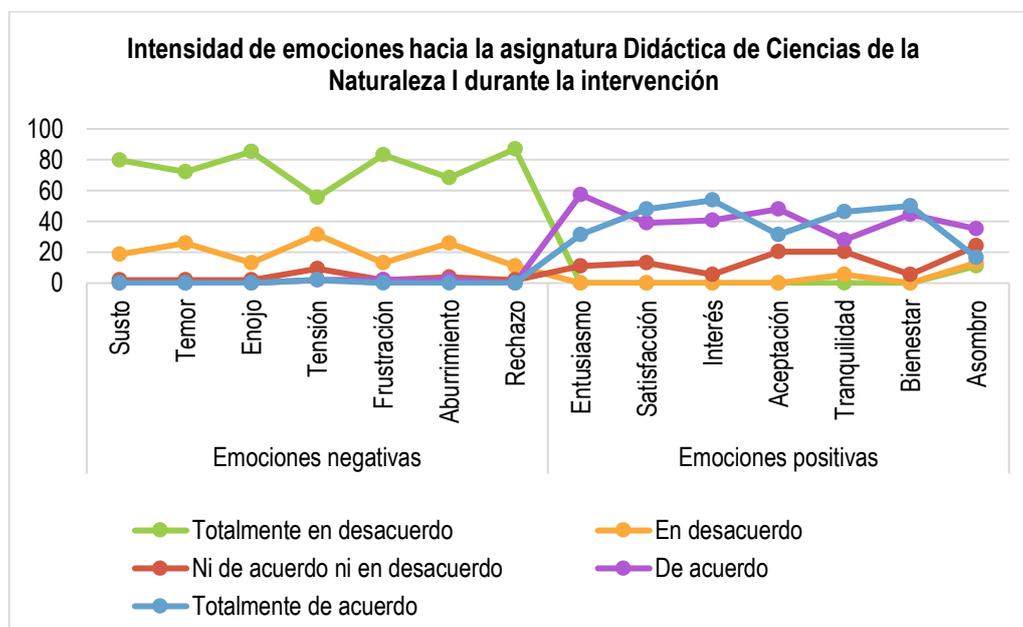
V.2.2.2. Análisis de frecuencias

Se exponen los resultados del análisis porcentual en cada variable y sus respectivos niveles de acuerdo para cada dimensión. La presentación de las frecuencias se basa en la suma y el promedio de las valoraciones positivas (*totalmente de acuerdo y de acuerdo*), negativas (*totalmente en desacuerdo y en desacuerdo*) y neutra (*ni de acuerdo ni en desacuerdo*) para facilitar la interpretación, contrastando con los valores de fiabilidad según el tipo de emoción.

- **Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I**

En la gráfica V.10 se muestran los porcentajes del nivel de acuerdo en la escala Likert sobre las emociones positivas y negativas hacia la *asignatura* durante la intervención. Los resultados son muy favorables pues se registraron altas frecuencias sobre la manifestación de emociones positivas como *interés* (94,4%), *bienestar* (94,4%), *entusiasmo* (88,9%), *satisfacción* (87%), *aceptación* (79,6%), *tranquilidad* (74,1%) y *asombro* (51,9%). De esta forma, *interés* ($M=4,48$; $DE=,61$) y *satisfacción* ($M=4,35$; $DE=,71$) son las emociones positivas más intensas y *asombro* ($M=3,33$; $DE=1,23$) la menos fuerte.

En cuanto a las emociones negativas, se aprecia un alto nivel de desacuerdo en la experimentación de *enojo* (98,2%), *temor* (98,1%), *susto* (98,1%), *frustración* (96,3%), *aburrimiento* (94,4%) y *tensión* (87,1%). No obstante, *tensión* ($M=1,63$; $DE=,88$) y *rechazo* ($M=1,15$; $DE=,41$) son las emociones negativas de mayor y menor intensidad respectivamente. En cuanto a los sujetos que se ubicaron en la posición neutra se alcanzó en promedio un 3,21% para las emociones negativas ($\alpha=,80$) y un 14,3% para las emociones positivas ($\alpha=,70$).

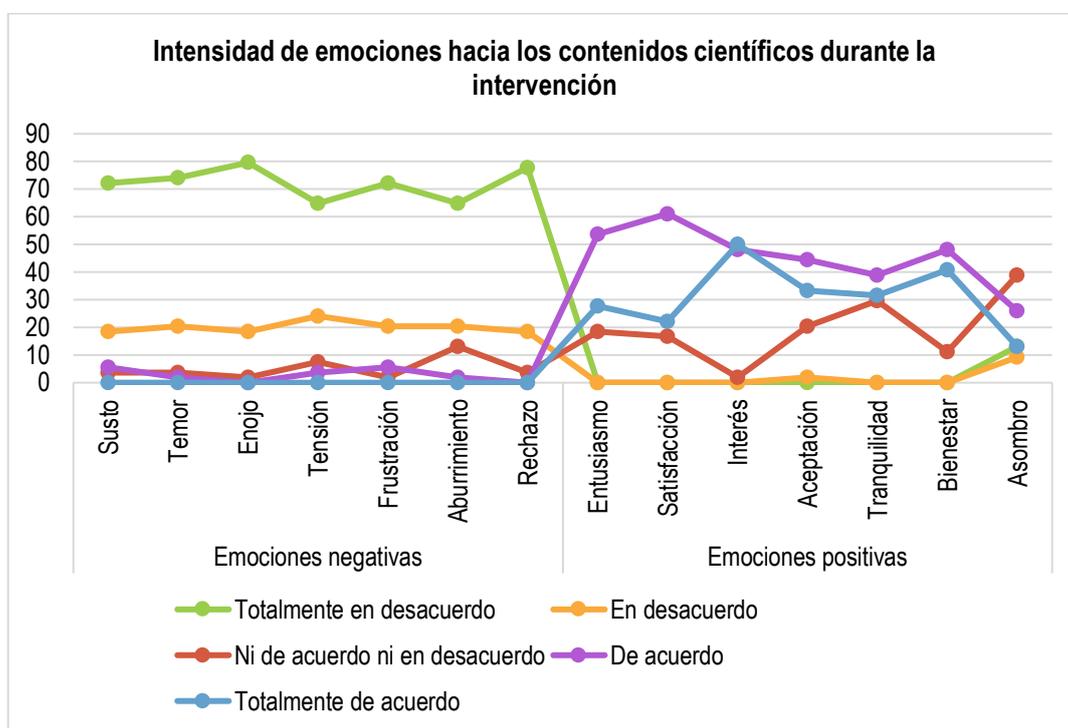


Gráfica V.10. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I durante la intervención. Fuente: Elaboración propia.

- **Contenidos científicos**

Respecto a los *contenidos científicos* (ver gráfica V.11), los estudiantes durante la intervención experimentaron en mayor medida emociones positivas como *interés* (98,1%), *bienestar* (88,8%), *satisfacción* (83,3%), *entusiasmo* (81,5%), *aceptación* (77,7%), *tranquilidad* (70,4%) y *asombro* (38,9%). *Interés* ($M=4,48$; $DE=,54$) y *bienestar* ($M=4,30$; $DE=,66$) presentaron la mayor intensidad y *asombro* ($M=3,17$; $DE=1,18$) es la emoción positiva menos intensa.

En cuanto a las emociones negativas sobresalen *aburrimiento* ($M=1,52$; $DE=1,52$) y *tensión* ($M=1,50$; $DE=1,50$) con las medias más altas y *enojo* ($M=1,22$; $DE=1,22$) con la media más baja. Las emociones negativas fueron las menos experimentadas del conjunto, puesto que más del 85,0% de los encuestados se ubicaron en los niveles de desacuerdo. Dichas frecuencias son las siguientes: *enojo* (98,1%), *rechazo* (96,3%), *temor* (94,5%), *frustración* (92,6%), *susto* (90,7%), *tensión* (88,9%) y *aburrimiento* (85,2%). En cuanto a los sujetos que se ubicaron en la posición ni de acuerdo ni en desacuerdo se alcanzó en promedio un 5,04% para las emociones negativas ($\alpha=,87$) y un 19,6% para las emociones positivas ($\alpha=,75$).



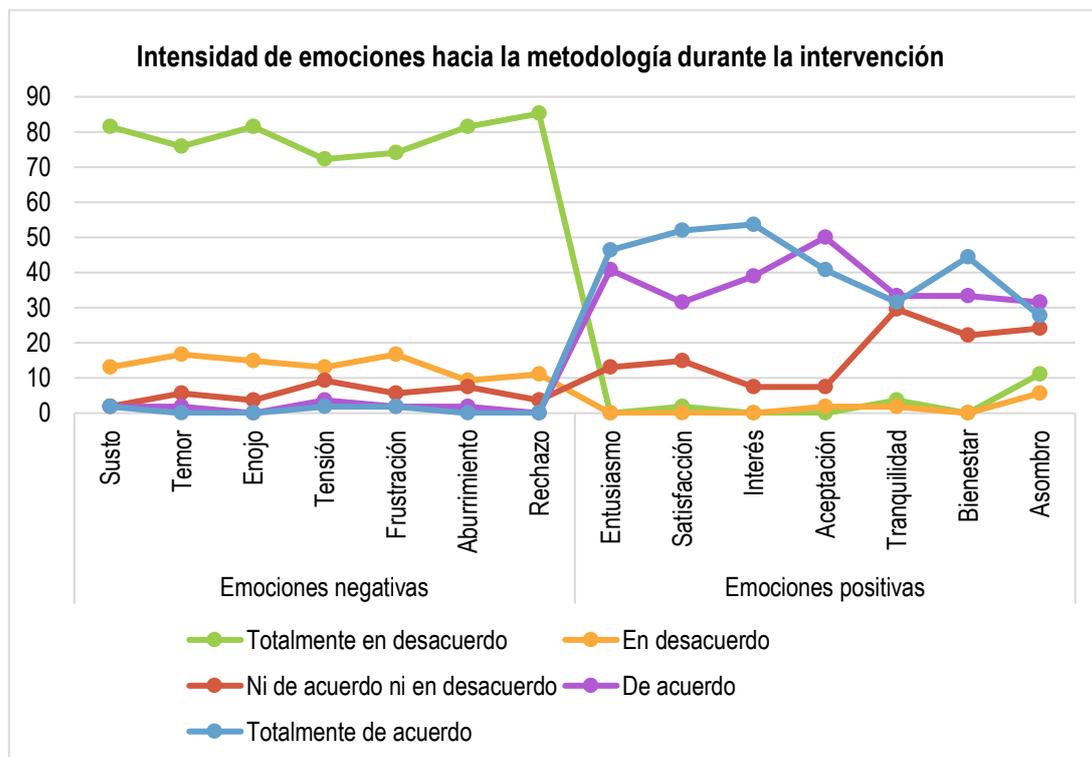
Gráfica V.11. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes hacia los contenidos científicos durante la intervención. Fuente: Elaboración propia.

- **Metodología indagatoria**

Como en los casos anteriores, la *metodología indagatoria* también registró las intensidades más fuertes en todas las emociones positivas (ver gráfica V.12).

Los estudiantes estuvieron de acuerdo en la manifestación de emociones como *interés* (92,6%), *aceptación* (90,7%), *entusiasmo* (87%), *satisfacción* (83,4%), *bienestar* (77,7%), *tranquilidad* (64,8%) y *asombro* (59,3%). *Interés* ($M=4,46$; $DE=,64$) y *asombro* ($M=3,59$; $DE=1,27$) reportaron las medias de mayor y menor intensidad entre la muestra.

Más del 85,0% de los sujetos estuvieron en desacuerdo en la manifestación de *enojo* (96,3%), *susto* (94,5%), *temor* (92,6%), *frustración* (90,8%), *aburrimiento* (90,8%) y *tensión* (85,2%), siendo *tensión* ($M=1,50$; $DE=,95$) y *rechazo* ($M=1,19$; $DE=,48$) las variables que presentaron la intensidad más alta y más débil del conjunto respectivamente. En relación con los sujetos que se ubicaron en la posición ni de acuerdo ni en desacuerdo se alcanzó en promedio un 5,31% para las emociones negativas ($\alpha=,79$) y un 16,9% para las emociones positivas ($\alpha=,77$).



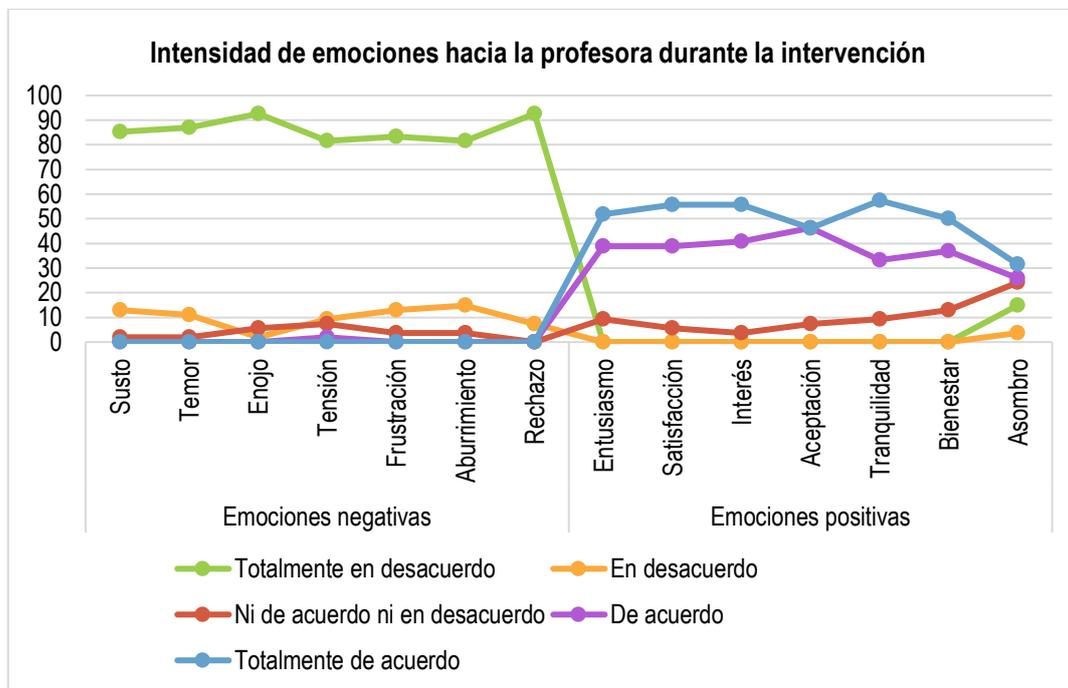
Gráfica V.12. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes hacia la metodología durante la intervención. Fuente: Elaboración propia.

- **Profesora**

En cuanto a la dimensión *profesora* los resultados son muy favorables, pues aproximadamente el 60,0% de los estudiantes estaban de acuerdo en la experimentación de emociones positivas durante la intervención (ver gráfica V.13). Así que manifestaron en mayor medida *interés* (96,3%), *satisfacción* (94,5%), *aceptación* (92,6%), *entusiasmo* (90,8%), *tranquilidad* (90,7%), *bienestar* (87%) y *asombro* (57,4%). *Interés* ($M=4,52$; $DE=,57$), *satisfacción* ($M=4,50$; $DE=,61$) y *tranquilidad* ($M=4,48$; $DE=,67$) fueron las emociones positivas más intensas y frecuentes. No obstante, *asombro* ($M=3,56$; $DE=1,87$) fue la que se manifestó con mayor debilidad.

Las emociones negativas hacia la profesora fueron las menos experimentadas porque se expresó un mayor grado de desacuerdo entre los sujetos y su consenso fue superior al 94,5%. Por consiguiente, *rechazo* (100%), *susto* (98,2%), *temor* (98,1%), *frustración* (96,3%), *aburrimiento* (96,3%), *enojo* (94,5%) y *tensión* (90,8%) prácticamente estuvieron ausentes durante la intervención. Si bien, predominaron las emociones positivas, *tensión* ($M=1,30$; $DE=,69$) fue la emoción negativa con la media más alta y *rechazo* ($M=1,07$; $DE=,26$) con la media más baja.

Respecto a los estudiantes que se ubicaron en la posición neutra se alcanzó en promedio un 3,45% para las emociones negativas ($\alpha=,74$) y un 10,3% para las emociones positivas ($\alpha=,78$).



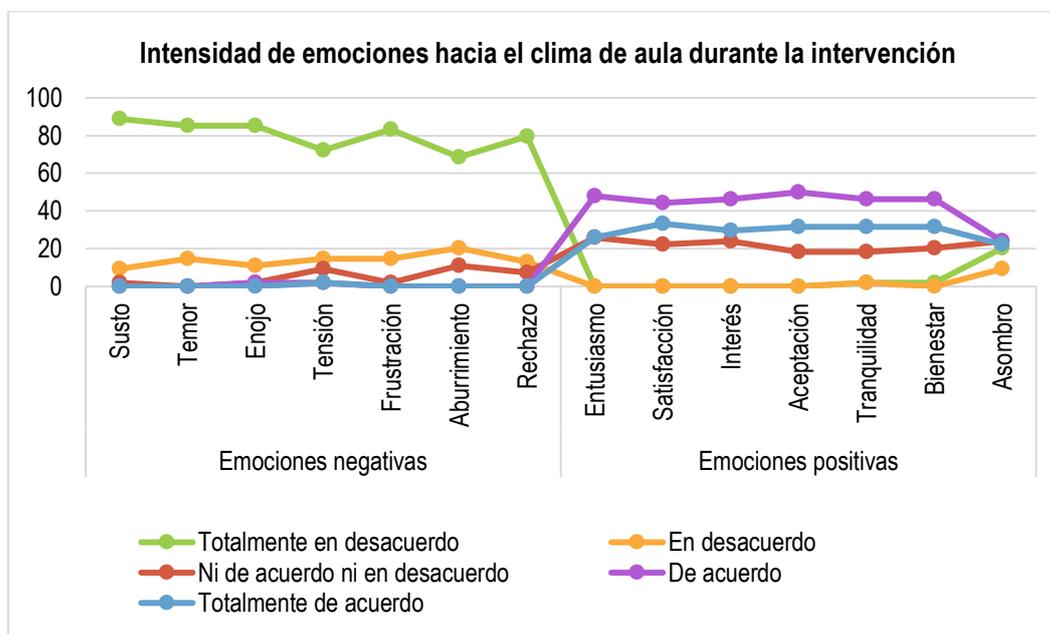
Gráfica V.13. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes hacia la profesora durante la intervención. Fuente: Elaboración propia.

- **Clima de aula**

Respecto al *clima de aula*, los futuros maestros declaran sentir en su mayoría emociones positivas durante la intervención (ver gráfica V.14). Los resultados evidencian un grado de acuerdo superior al 70,0% en la mayoría de las emociones positivas, tales como *aceptación* (81,5%), *tranquilidad* (77,8%), *bienestar* (77,8%), *satisfacción* (77,7%), *interés* (75,9%), *entusiasmo* (74%) y *asombro* (46,3%). De estas, *aceptación* ($M=4,13$; $DE=,70$) y *satisfacción* ($M=4,11$; $DE=,74$) presentan la mayor intensidad y *asombro* ($M=3,19$; $DE=1,43$) registra la media más baja.

Se establece entre los sujetos una tendencia promedio del 94,0% en las posiciones en desacuerdo de experimentar emociones negativas hacia el *clima de aula*. De esta manera se alcanzan las siguientes frecuencias para las emociones negativas: *temor* (100%), *susto* (98,2%), *frustración* (98,1%), *enojo* (96,3%), *rechazo* (92,6%), *aburrimiento* (88,9%) y *tensión* (87,0%). En

consecuencia, *susto* ($M=1,15$; $DE=,49$) y *temor* ($M=1,15$; $DE=,36$) son las emociones más débiles mientras que *aburrimiento* ($M=1,43$; $DE=,69$) y *tensión* ($M=1,46$; $DE=,88$) registran las mayores intensidades. En cuanto a los sujetos que se ubicaron en la posición ni de acuerdo ni en desacuerdo se alcanzó en promedio un 4,79% para las emociones negativas ($\alpha=,77$) y un 22,0% para las emociones positivas ($\alpha=,88$).



Gráfica V.14. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes hacia el clima de aula durante la intervención. Fuente: Elaboración propia.

V.2.2.3. Análisis inferencial

V.2.2.3.1. Análisis de normalidad: prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov

Mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov se determinó si la muestra del grupo T1 representa a una población que alcanza una distribución normal, considerando todas las emociones positivas y negativas durante la intervención en función de las dimensiones analizadas. Para cada emoción se formuló la hipótesis nula y alternativa respectiva:

- H_0 = La distribución de las emociones positivas y negativas no difieren de la distribución normal.
- H_1 = La distribución de las emociones positivas y negativas difieren de la distribución normal.

En la tabla V.19 se exponen los estadísticos Z de prueba y las significancias asintóticas bilaterales resultantes de la prueba Kolmogorov-Smirnov, considerando un intervalo de confianza del 95,0% ($p=,05$). Los resultados indican un $p<,05$ para todas las emociones positivas y negativas en las cinco dimensiones analizadas, en consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa. En efecto, las emociones positivas y negativas no tienen distribución normal.

Tabla V.19

Prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov para las emociones positivas y negativas durante la intervención en función de la dimensión del proceso de enseñanza y aprendizaje

Variable	Asignatura		Contenidos científicos		Metodología indagatoria		Profesor		Clima de aula	
	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p
Susto	,481	,000*	,422	,000*	,465	,000*	,505	,000*	,507	,000*
Entusiasmo	,313	,000*	,276	,000*	,292	,000*	,326	,000*	,241	,000*
Temor	,445	,000*	,438	,000*	,449	,000*	,512	,000*	,512	,000*
Satisfacción	,303	,000*	,313	,000*	,304	,000*	,351	,000*	,226	,000*
Enojo	,505	,000*	,481	,000*	,486	,000*	,533	,000*	,493	,000*
Interés	,341	,000*	,331	,000*	,338	,000*	,355	,000*	,234	,000*
Tensión	,320	,000*	,383	,000*	,424	,000*	,481	,000*	,422	,000*
Aceptación	,247	,000*	,231	,000*	,259	,000*	,298	,000*	,258	,000*
Frustración	,485	,000*	,419	,000*	,428	,000*	,494	,000*	,497	,000*
Tranquilidad	,281	,000*	,208	,000*	,199	,000*	,356	,000*	,261	,000*
Aburrimiento	,408	,000*	,391	,000*	,481	,000*	,486	,000*	,417	,000*
Bienestar	,321	,000*	,265	,000*	,281	,000*	,313	,000*	,251	,000*
Rechazo	,512	,000*	,468	,000*	,502	,000*	,536	,000*	,476	,000*
Asombro	,225	,000*	,222	,000*	,219	,000*	,201	,000*	,179	,000*

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

V.2.2.3.2. Análisis comparativo intragrupo según el sexo: prueba no paramétrica U de Mann-Whitney

A continuación, se presentan los resultados de la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para dos muestras independientes, cuyo propósito es analizar la existencia o ausencia de diferencias significativas en la intensidad de las emociones que experimentan 54 estudiantes frente a la *asignatura*, los *contenidos científicos*, la *metodología indagatoria*, la *profesora* y el *clima de aula* en función del sexo (18 varones y 36 mujeres) durante la intervención ($p = ,05$ al 95,0% de confianza).

- **Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I**

En cuanto a la *asignatura* (ver tabla V.20), los resultados revelan que en todas las emociones negativas fueron los varones quienes experimentaron intensidades medianas más fuertes en comparación con las mujeres. De esta forma, se reportaron las medianas más altas en *susto* ($Mdn=32,6$), *temor* ($Mdn=29,3$), *enojo* ($Mdn=31,1$), *tensión* ($Mdn=29,5$), *frustración* ($Mdn=30,7$), *aburrimiento* ($Mdn=29,4$) y *rechazo* ($Mdn=30,1$), siendo *susto* ($Mdn=32,6$; $U=232,0$; $p = ,016$; $\beta=31,2$; $P=68,8\%$; $TE=,36$) la más intensa y la que produjo diferencias estadísticas significativas a favor de los varones, con un pequeño tamaño del efecto. También, se aprecia que *susto* y *temor* fueron las emociones negativas de mayor intensidad tanto para los varones como para las mujeres correspondientemente.

Tabla V.20

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I en función del sexo durante la intervención

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=18) Rango promedio	Mujeres (n=36) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	32,6	24,9	232,0	,016*	31,2	68,8	,36
	Temor	29,3	26,6	292,5	,458	78,1	21,9	,45
	Enojo	31,1	25,7	259,5	,055	48,0	52,0	,40
	Tensión	29,5	26,5	288,5	,466	73,5	26,5	,45
	Frustración	30,7	25,9	266,0	,100	52,5	47,5	,41
	Aburrimiento	29,4	26,5	289,0	,430	79,8	20,2	,45
	Rechazo	30,1	26,2	277,5	,143	59,9	40,1	,43
	Entusiasmo	27,6	27,4	321,5	,959	92,9	7,10	,50
Positivas	Satisfacción	26,1	28,2	349,0	,614	86,9	13,1	,54
	Interés	24,4	29,0	379,0	,252	66,0	34,0	,58
	Aceptación	29,6	26,4	286,0	,449	79,8	20,2	,44
	Tranquilidad	30,2	26,1	275,0	,335	72,4	27,6	,42
	Bienestar	26,1	28,2	349,5	,598	88,3	11,7	,54
	Asombro	31,5	25,5	251,5	,169	54,2	45,8	,39

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

Al mismo tiempo se expresaron emociones positivas como *entusiasmo* ($Mdn=27,6$), *aceptación* ($Mdn=29,6$), *tranquilidad* ($Mdn=30,2$) y *asombro* ($Mdn=31,5$) de mayor intensidad en los varones y otras como *satisfacción* ($Mdn=28,2$), *interés* ($Mdn=29,0$) y *bienestar* ($Mdn=28,2$) en las mujeres, pero sin establecerse diferencias significativas. Además, se aprecia que en los varones y en las mujeres el *asombro* y el *interés* fueron las emociones positivas de mayor intensidad.

- **Contenidos científicos**

Como se aprecia en la tabla V.21, los resultados indican que los varones expresaron emociones negativas hacia los contenidos científicos tales como *susto* ($Mdn=31,8$), *temor* ($Mdn=29,4$), *enojo* ($Mdn=31,1$), *tensión* ($Mdn=28,6$), *frustración* ($Mdn=28,8$), *aburrimiento* ($Mdn=33,3$) y *rechazo* ($Mdn=30,5$), las cuales son más intensas en contraste con las mujeres, siendo *aburrimiento* y *susto* las de mayor mediana. Por su parte, *tensión* ($Mdn=26,9$) es la emoción negativa con mayor intensidad mediana en las mujeres. Asimismo, se definen diferencias significativas para *aburrimiento* ($Mdn=33,3$; $U=220,0$; $p=,024$; $\beta=36,2$; $P=63,8\%$; $TE=,34$), las cuales son favorables a los hombres y con un tamaño del efecto considerado pequeño.

Acercas de las mujeres se aprecia que experimentaron en mayor medida emociones positivas como *entusiasmo* ($Mdn=28,5$), *interés* ($Mdn=29,2$) y *bienestar* ($Mdn=28,4$), en comparación con los hombres. No obstante, los varones manifestaron con mayor intensidad *satisfacción* ($Mdn=31,1$), *aceptación* ($Mdn=27,8$), *tranquilidad* ($Mdn=30,3$) y *asombro* ($Mdn=31,5$). Los varones experimentaron con mayor intensidad *asombro* y las mujeres *entusiasmo*. En conjunto, no se establecieron diferencias significativas en las emociones positivas según el sexo.

Tabla V.21

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia los contenidos científicos en función del sexo durante la intervención

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=18) Rango promedio	Mujeres (n=36) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	31,8	25,3	246,0	,068	59,7	40,3	,38
	Temor	29,4	26,5	289,0	,401	80,9	19,1	,45
	Enojo	31,1	25,7	258,5	,086	51,2	48,8	,40
	Tensión	28,6	26,9	304,0	,664	83,8	16,2	,47
	Frustración	28,8	26,8	301,0	,590	92,3	7,70	,46
	Aburrimiento	33,3	24,6	220,0	,024*	36,2	63,8	,34
	Rechazo	30,5	26,0	270,0	,171	66,2	33,8	,42
Positivas	Entusiasmo	25,4	28,5	361,5	,447	81,2	18,8	,56
	Satisfacción	31,1	25,7	259,5	,174	56,6	43,4	,40
	Interés	24,1	29,2	386,0	,193	59,3	40,7	,60
	Aceptación	27,8	27,4	318,5	,914	93,5	6,50	,49
	Tranquilidad	30,3	26,1	274,5	,334	71,9	28,1	,42
	Bienestar	25,7	28,4	356,0	,517	85,6	14,4	,55
	Asombro	31,5	25,5	251,5	,165	61,7	38,3	,39

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

Acerca de las mujeres se aprecia que experimentaron en mayor medida emociones positivas como *entusiasmo* ($Mdn=28,5$), *interés* ($Mdn=29,2$) y *bienestar* ($Mdn=28,4$), en comparación con los hombres. No obstante, los varones manifestaron con mayor intensidad *satisfacción* ($Mdn=31,1$), *aceptación* ($Mdn=27,8$), *tranquilidad* ($Mdn=30,3$) y *asombro* ($Mdn=31,5$). Los varones experimentaron con mayor intensidad *asombro* y las mujeres *entusiasmo*. En conjunto, no se establecieron diferencias significativas en las emociones positivas según el sexo.

- **Metodología indagatoria**

En el caso de las emociones hacia la *metodología indagatoria* (ver tabla V.22), los resultados sugieren que los varones experimentaron emociones negativas como *susto* ($Mdn=28,4$), *enojo* ($Mdn=30,0$), *tensión* ($Mdn=29,1$), *frustración* ($Mdn=33,0$), *aburrimiento* ($Mdn=28,6$) y *rechazo* ($Mdn=29,7$), las cuales son más intensas a diferencia de las mujeres. Por su parte, el conjunto femenino experimentó *temor* ($Mdn=27,6$) con una intensidad mayor que los hombres. Además, *frustración* ($Mdn=33,0$) y *temor* ($Mdn=27,6$) alcanzaron la mediana más alta en hombres y mujeres respectivamente. Ahora bien, se determinó que existen diferencias significativas en *frustración* ($Mdn=33,0$; $U=225,0$; $p=,018$; $\beta=29,6$; $P=70,4\%$; $TE=0,3$), las cuales son favorables para los varones y se aproximan a un pequeño efecto.

Por otro lado, las mujeres expresaron con mayor intensidad *tranquilidad*, en comparación con los varones, pues ellos expresaron en mayor medida emociones positivas como *entusiasmo* ($Mdn=28,1$), *satisfacción* ($Mdn=32,3$), *aceptación* ($Mdn=31,6$), *bienestar* ($Mdn=31,5$) y *asombro* ($Mdn=33,4$).

Precisamente, *asombro* ($Mdn=33,4$) y *tranquilidad* ($Mdn=28,2$) reportaron las medianas más altas entre hombres y mujeres respectivamente, siendo *asombro* ($Mdn=33,4$; $U=217,0$; $p=,042$; $\beta=19,1$; $P=80,9\%$; $TE=0,30$) la variable que establece diferencias significativas favorables al conjunto masculino y con un pequeño efecto.

Tabla V.22

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la metodología indagatoria en función del sexo durante la intervención

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=18) Rango promedio	Mujeres (n=36) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	28,4	27,0	307,0	,644	92,2	7,80	,50
	Temor	27,3	27,6	327,0	,941	90,1	9,90	,50
	Enojo	30,0	26,3	279,0	,221	73,8	26,2	,40
	Tensión	29,1	26,7	294,5	,492	80,0	20,0	,50
	Frustración	33,0	24,8	225,0	,018*	29,6	70,4	,30
	Aburrimiento	28,6	26,9	304,5	,597	84,6	15,4	,50
	Rechazo	29,7	26,4	284,0	,234	63,8	36,2	,40
Positivas	Entusiasmo	28,1	27,2	312,5	,817	89,0	11,0	,50
	Satisfacción	32,3	25,1	237,5	,081	33,5	66,5	,40
	Interés	27,5	27,5	324,0	1,000	93,2	6,80	,50
	Aceptación	31,6	25,4	250,0	,131	73,0	27,0	,40
	Tranquilidad	26,2	28,2	347,5	,651	88,1	11,9	,50
	Bienestar	31,5	25,5	252,0	,155	54,4	45,6	,40
	Asombro	33,4	24,5	217,0	,042*	19,1	80,9	,30

Nota: * $p<,05$ Fuente: Elaboración propia.

• Profesora

En relación con las emociones experimentadas por los estudiantes hacia la *profesora* (ver tabla V.23) se aprecia que los varones sintieron con mayor intensidad emociones negativas como *susto* ($Mdn=27,9$), *frustración* ($Mdn=28,8$), *aburrimiento* ($Mdn=28,6$) y *rechazo* ($Mdn=28,5$) en comparación con las mujeres. Por su parte, el conjunto femenino manifestó *temor* ($Mdn=27,8$), *enojo* ($Mdn=28,5$) y *tensión* ($Mdn=28,4$) con una mediana más alta a diferencia de los varones. En el conjunto masculino *frustración* fue la emoción negativa más intensa y en las mujeres fue *enojo* la emoción negativa que alcanzó la mayor mediana. No obstante, los resultados indicaron que no existían diferencias estadísticamente significativas.

Por su parte, las mujeres experimentaron con mayor intensidad emociones positivas como *entusiasmo* ($Mdn=29,6$), *interés* ($Mdn=27,8$), *bienestar* ($Mdn=27,9$) y los varones expresaron más intensamente *satisfacción* ($Mdn=28,2$), *aceptación* ($Mdn=28,1$), *tranquilidad* ($Mdn=32,2$) y *asombro* ($Mdn=32,4$). *Entusiasmo* y *asombro* alcanzaron las medianas más altas en mujeres y hombres respectivamente. Sin embargo, no existen diferencias significativas para las emociones positivas en función del sexo.

Tabla V.23

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la profesora en función del sexo durante la intervención

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=18) Rango promedio	Mujeres (n=36) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	27,9	27,3	316,5	,823	94,9	5,10	,49
	Temor	26,9	27,8	334,0	,753	86,0	14,0	,52
	Enojo	25,5	28,5	360,0	,146	37,0	63,0	,56
	Tensión	25,6	28,4	358,0	,357	86,7	13,3	,55
	Frustración	28,8	26,9	301,0	,515	92,2	7,80	,46
	Aburrimiento	28,6	26,9	305,0	,606	85,7	14,3	,47
	Rechazo	28,5	27,0	306,0	,467	85,5	14,5	,47
	Entusiasmo	23,4	29,6	398,5	,127	53,8	46,2	,61
Positivas	Satisfacción	28,2	27,2	312,0	,802	86,2	13,8	,48
	Interés	27,3	27,8	328,0	,933	92,9	7,10	,51
	Aceptación	28,1	27,2	313,0	,822	87,7	12,3	,48
	Tranquilidad	32,2	25,2	239,5	,078	28,3	71,7	,37
	Bienestar	27,2	27,9	329,5	,911	93,2	6,80	,51
	Asombro	32,4	25,0	235,5	,093	41,3	58,7	,36

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

- **Clima de aula**

En la tabla V.24 se incluyen los resultados acerca de la comparativa entre las emociones expresadas por varones y mujeres hacia el *clima de aula* durante la intervención. En primera instancia, se aprecia que los varones manifestaron con mayor intensidad emociones negativas como *susto* ($Mdn=29,1$), *temor* ($Mdn=31,0$), *enojo* ($Mdn=28,1$), *tensión* ($Mdn=29,7$), *frustración* ($Mdn=30,6$), *aburrimiento* ($Mdn=27,9$) y *rechazo* ($Mdn=29,9$) en contraste con las mujeres. *Temor* y *aburrimiento* presentaron la mediana más grande entre hombres y mujeres respectivamente. Además, los resultados indican que no se establecieron diferencias significativas en las emociones negativas en función del sexo.

En segundo lugar, los hombres manifestaron en mayor medida *satisfacción* ($Mdn=31,7$), *aceptación* ($Mdn=30,5$) y *asombro* ($Mdn=30,6$), mientras que el conjunto femenino expresó emociones más intensas como *interés* ($Mdn=28,1$), *tranquilidad* ($Mdn=29,6$) y *bienestar* ($Mdn=27,9$). *Satisfacción* y *tranquilidad* registraron la mediana más alta en hombres y mujeres correspondientemente.

También, se aprecia que *entusiasmo* ($Mdn=27,5$) reportó la misma intensidad mediana tanto en hombres como en mujeres. Finalmente, se aprecia que tampoco se establecieron diferencias estadísticas significativas para las emociones positivas en función del sexo.

Tabla V.24

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia el clima de aula en función del sexo durante la intervención

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=18) Rango promedio	Mujeres (n=36) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	29,1	26,7	295,5	,337	71,0	29,0	,50
	Temor	31,0	25,8	261,0	,060	48,1	51,9	,40
	Enojo	28,1	27,2	313,5	,755	85,8	14,2	,50
	Tensión	29,7	26,4	285,0	,363	64,7	35,3	,40
	Frustración	30,6	25,9	268,0	,112	57,0	43,0	,40
	Aburrimiento	27,9	27,3	316,0	,858	93,9	6,10	,50
	Rechazo	29,9	26,3	281,5	,267	65,5	34,5	,40
	Entusiasmo	27,5	27,5	324,0	1,000	95,0	5,00	,50
Positivas	Satisfacción	31,7	25,4	249,0	,139	47,2	52,8	,40
	Interés	26,3	28,1	345,0	,678	89,6	10,4	,50
	Aceptación	30,5	26,0	270,0	,279	70,3	29,7	,40
	Tranquilidad	23,3	29,6	399,0	,139	63,5	36,5	,60
	Bienestar	26,7	27,9	339,0	,767	94,5	5,50	,50
	Asombro	30,6	25,9	268,0	,292	66,6	33,4	,40

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

V.2.3. Sub-estudio sobre la intensidad de las emociones después de la intervención

V.2.3.1. Análisis descriptivo intragrupo

Después de aplicar la intervención se midió la intensidad de las emociones que experimentaron 59 estudiantes (grupo T1) hacia la asignatura, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, la profesora y el clima de aula.

En términos globales, en la tabla V.25 y gráfica V.15 se aprecia una mayor intensidad de las emociones positivas a diferencia de las emociones negativas. Las dimensiones que reportaron las medias más altas para las emociones positivas son la *profesora* ($M=4,28$; $DE=,35$) y la *metodología* ($M=4,09$; $DE=,31$). No obstante, el *clima de aula* ($M=3,91$; $DE=,30$) y los *contenidos científicos* ($M=3,93$; $DE=,26$) registraron las intensidades más bajas en emociones positivas.

A propósito de las emociones negativas, son más intensas en relación con los *contenidos científicos* ($M=1,52$; $DE=,16$) y la *asignatura* ($M=1,50$; $DE=,19$) y más débiles hacia la *profesora* ($M=1,27$; $DE=,12$).

En las tablas V.26 a V.30 (más adelante) se presentan las propiedades psicométricas correspondientes a cada dimensión.

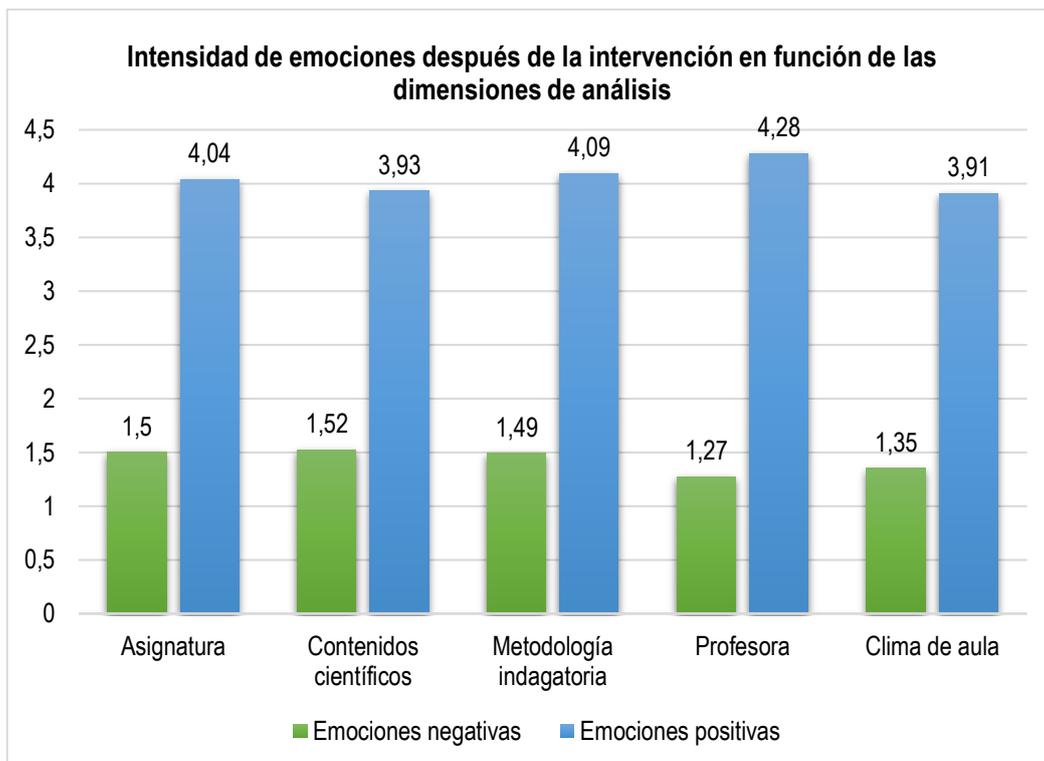
Tabla V.25

Estadísticos descriptivos de la intensidad de las emociones, en función de la dimensión del proceso enseñanza-aprendizaje, el tipo de emoción y el momento posterior de la intervención

Dimensión	Tipo de emoción	Momento de la intervención		Asimetría	Curtosis	Alfa de Cronbach
		Después				
		M	DE			
Asignatura	Positiva	4,04	,42	-,33	-,43	,78
	Negativa	1,50	,19	1,64	2,37	,87
Contenidos científicos	Positiva	3,93	,26	-,40	,01	,76
	Negativa	1,52	,16	1,75	3,40	,90
Metodología	Positiva	4,09	,31	-,64	-,40	,84
	Negativa	1,49	,18	1,98	3,87	,89
Profesora	Positiva	4,28	,35	-,77	-,14	,76
	Negativa	1,27	,12	2,89	9,19	,83
Clima de aula	Positiva	3,91	,30	-,84	1,28	,88
	Negativa	1,35	,08	2,05	3,77	,86

Nota: Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica V.16 (más adelante) se aprecia que las emociones positivas de mayor intensidad son el *interés* ($M=4,34$), la *satisfacción* ($M=4,22$), la *aceptación* ($M=4,17$) y el *entusiasmo* ($M=4,17$). Las emociones negativas que presentan las medias más elevadas son la *tensión* ($M=1,66$), el *susto* ($M=1,49$) y el *temor* ($M=1,48$).



Gráfica V.15. Intensidad media de las emociones positivas y negativas que experimentaron los estudiantes después de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

Tabla V.26

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I después de la intervención

Variable	n	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	59	1,63	,85	,72	1,00	1,00	1,16	,42	1-5	3
Temor	59	1,59	,85	,73	1,00	1,00	1,77	3,78	1-5	4
Enojo	59	1,31	,59	,35	1,00	1,00	1,83	2,30	1-5	2
Tensión	59	1,80	,98	,96	1,00	1,00	,99	-,10	1-5	3
Frustración	59	1,51	,86	,74	1,00	1,00	1,84	2,73	1-5	3
Aburrimiento	59	1,37	,61	,38	1,00	1,00	1,90	4,70	1-5	3
Rechazo	59	1,29	,62	,38	1,00	1,00	2,00	2,77	1-5	2
Entusiasmo	59	4,32	,54	,29	4,00	4,00	,08	-,69	1-5	2
Satisfacción	59	4,19	,65	,43	4,00	4,00	-,59	1,04	1-5	3
Interés	59	4,54	,57	,32	5,00	5,00	-,76	-,042	1-5	2
Aceptación	59	4,10	,74	,54	4,00	4,00	-,16	-1,10	1-5	2
Tranquilidad	59	3,73	,89	,79	4,00	4,00	-,35	,25	1-5	4
Bienestar	59	4,10	,76	,58	4,00	4,00	-,17	-1,22	1-5	2
Asombro	59	3,27	1,23	1,51	4,00	4,00	-,37	-,86	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla V.27

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión contenidos científicos después de la intervención

Variable	n	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	59	1,63	,93	,93	1,00	1,00	1,63	2,54	1-5	4
Temor	59	1,61	,87	,87	1,00	1,00	1,35	1,00	1-5	3
Enojo	59	1,44	,75	,75	1,00	1,00	1,61	1,76	1-5	3
Tensión	59	1,75	,98	,98	1,00	1,00	1,23	1,03	1-5	4
Frustración	59	1,54	,86	,86	1,00	1,00	1,90	4,12	1-5	4
Aburrimiento	59	1,31	,53	,53	1,00	1,00	1,55	1,59	1-5	2
Rechazo	59	1,34	,71	,71	1,00	1,00	2,99	11,7	1-5	4
Entusiasmo	59	4,00	,67	,67	4,00	4,00	,00	-,69	1-5	2
Satisfacción	59	4,00	,64	,64	4,00	4,00	,00	-,48	1-5	2
Interés	59	4,36	,61	,61	4,00	4,00	-,37	-,62	1-5	2
Aceptación	59	3,98	,79	,80	4,00	4,00	-,81	1,88	1-5	4
Tranquilidad	59	3,73	,98	,98	4,00	4,00	-,56	-,11	1-5	4
Bienestar	59	3,92	,88	,88	4,00	4,00	-,63	,69	1-5	4
Asombro	59	3,51	1,19	1,19	4,00	4,00	-,46	-,61	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla V.28

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión metodología indagatoria después de la intervención

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	59	1,58	,93	,87	1,00	1,00	1,75	2,80	1-5	4
Temor	59	1,49	,90	,81	1,00	1,00	2,54	7,18	1-5	4
Enojo	59	1,39	,77	,59	1,00	1,00	2,05	3,61	1-5	3
Tensión	59	1,85	1,11	1,24	1,00	1,00	1,40	1,46	1-5	4
Frustración	59	1,47	,80	,63	1,00	1,00	1,68	2,15	1-5	3
Aburrimiento	59	1,34	,66	,44	1,00	1,00	2,12	4,49	1-5	3
Rechazo	59	1,31	,65	,42	1,00	1,00	2,33	5,41	1-5	3
Entusiasmo	59	4,32	,75	,57	4,00	5,00	-,87	,21	1-5	3
Satisfacción	59	4,34	,73	,54	4,00	5,00	-,64	-,87	1-5	2
Interés	59	4,34	,73	,54	4,00	5,00	-,64	-,87	1-5	2
Aceptación	59	4,20	,83	,68	4,00	5,00	-,78	-,03	1-5	3
Tranquilidad	59	3,85	,94	,89	4,00	4,00	-,45	-,05	1-5	4
Bienestar	59	4,10	,92	,85	4,00	5,00	-,75	-,30	1-5	3
Asombro	59	3,51	1,29	1,67	4,00	5,00	-,39	-,89	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla V.29

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión profesora después de la intervención

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	59	1,37	,79	,62	1,00	1,00	2,09	3,47	1-5	3
Temor	59	1,31	,79	,63	1,00	1,00	3,25	11,0	1-5	4
Enojo	59	1,25	,60	,37	1,00	1,00	2,25	3,75	1-5	2
Tensión	59	1,46	,92	,84	1,00	1,00	2,29	4,91	1-5	4
Frustración	59	1,22	,59	,35	1,00	1,00	3,06	9,86	1-5	3
Aburrimiento	59	1,15	,40	,17	1,00	1,00	2,74	7,45	1-5	2
Rechazo	59	1,14	,47	,22	1,00	1,00	4,52	23,8	1-5	3
Entusiasmo	59	4,37	,72	,51	4,00	5,00	-,98	,78	1-5	3
Satisfacción	59	4,53	,60	,36	5,00	5,00	-,85	-,22	1-5	2
Interés	59	4,44	,57	,32	4,00	4,00	-,35	-,83	1-5	2
Aceptación	59	4,44	,68	,46	5,00	5,00	-,82	-,44	1-5	2
Tranquilidad	59	4,32	,77	,60	4,00	5,00	-1,09	1,05	1-5	3
Bienestar	59	4,39	,69	,48	5,00	5,00	-,71	-,64	1-5	2
Asombro	59	3,49	1,37	1,88	4,00	5,00	-,59	-,70	1-5	4

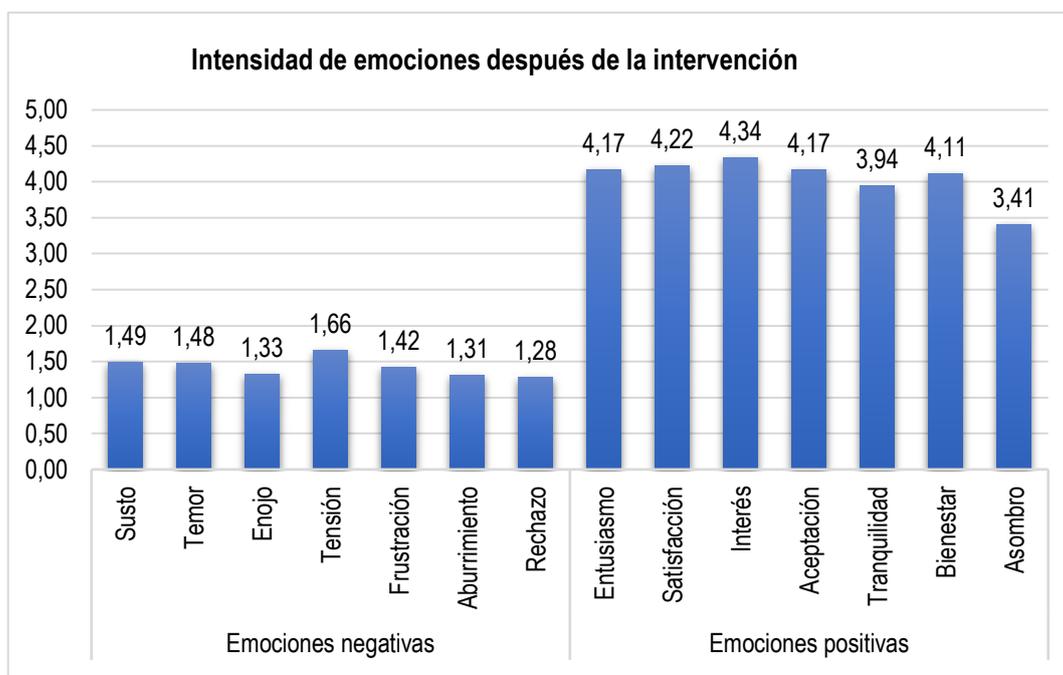
Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla V.30

Propiedades psicométricas de las variables del estudio descriptivo longitudinal en la dimensión clima de aula después de la intervención

Variable	N	M	DE	S ²	Mdn	Mo	Asimetría	Curtosis	Rango	
									Potencial	Real
Susto	59	1,25	,58	,33	1,00	1,00	2,20	3,74	1-5	2
Temor	59	1,39	,74	,55	1,00	1,00	1,83	2,41	1-5	3
Enojo	59	1,24	,54	,29	1,00	1,00	2,24	4,20	1-5	2
Tensión	59	1,46	,86	,74	1,00	1,00	1,83	2,36	1-5	3
Frustración	59	1,36	,66	,44	1,00	1,00	2,02	4,09	1-5	3
Aburrimiento	59	1,39	,77	,59	1,00	1,00	2,53	7,90	1-5	4
Rechazo	59	1,34	,63	,40	1,00	1,00	1,70	1,67	1-5	2
Entusiasmo	59	3,83	,93	,87	4,00	4,00	-,58	,23	1-5	4
Satisfacción	59	4,03	,81	,65	4,00	4,00	-,87	1,90	1-5	4
Interés	59	4,02	,82	,67	4,00	4,00	-1,00	2,13	1-5	4
Aceptación	59	4,14	,82	,67	4,00	4,00	-1,04	2,15	1-5	4
Tranquilidad	59	4,08	,84	,70	4,00	4,00	-1,26	2,67	1-5	4
Bienestar	59	4,02	,90	,81	4,00	4,00	-,77	,72	1-5	4
Asombro	59	3,27	1,31	1,72	3,00	3,00	-,38	-,80	1-5	4

Nota: Fuente: Elaboración propia.



Gráfica V.16. Intensidad media de las emociones positivas y negativas que experimentan los estudiantes después de una intervención. Fuente: Elaboración propia.

Desde luego, estos resultados son consistentes entre sí, puesto que se obtuvieron valores de alfa de Cronbach aceptables para las emociones positivas y emociones negativas. Se evidencia una mayor fiabilidad para las emociones negativas en la mayoría de las dimensiones, excepto en *clima de aula* que reporta un alfa de Cronbach mayor respecto a las emociones positivas.

Por lo que se refiere a la distribución de las puntuaciones de las emociones positivas, se registran valores negativos de asimetría para todas las dimensiones, por tanto, se agrupan hacia la derecha de la curva y por encima de la media. Para las dimensiones *asignatura*, *metodología indagatoria* y *profesora*, se definen curvas más planas con asimetrías positivas y curtosis negativas, por lo que se clasifican como platicúrticas, caracterizadas por baja concentración de los datos en la región central. En relación con los *contenidos científicos* y el *clima de aula*, se registran asimetrías negativas y curtosis positivas, con desviaciones típicas menores, así se forman curvas leptocúrticas con un alto grado de agrupación de los datos en la región central.

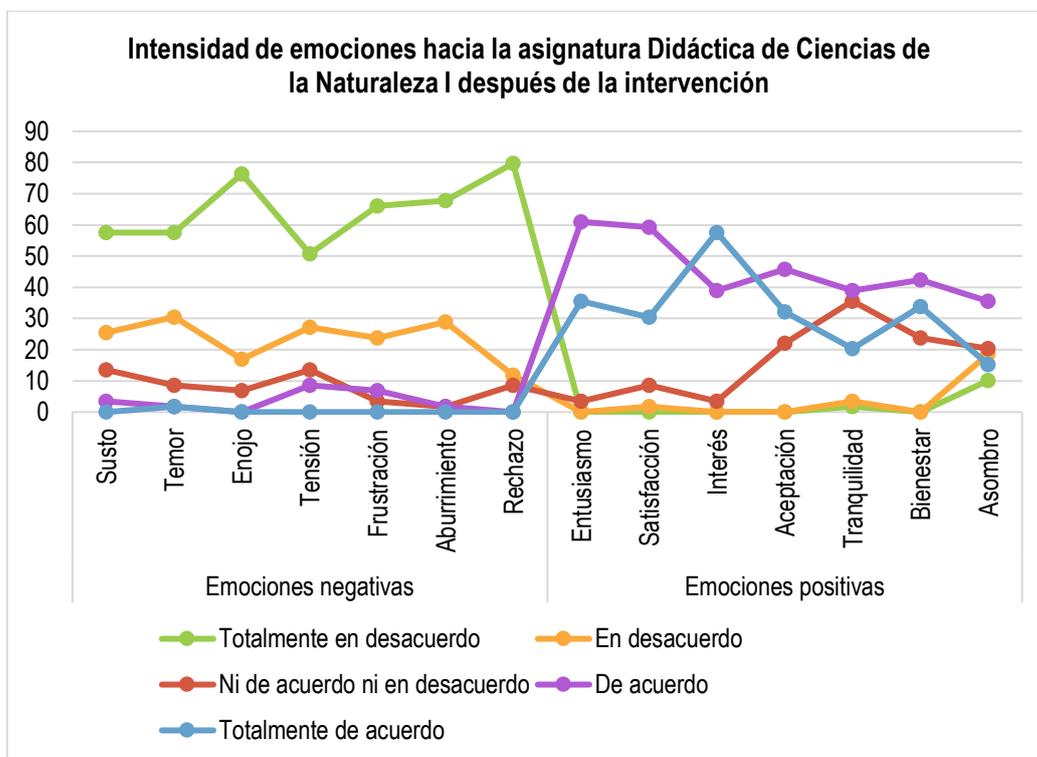
Asimismo, para las emociones negativas, se registran asimetrías y curtosis positivas hacia todas las dimensiones analizadas, lo que significa que hay más valores concentrados hacia la izquierda de la curva y la distribución es más elevada, definiéndose curvas leptocúrticas. En este contexto, se aprecia que las desviaciones típicas de las emociones negativas son menores que las correspondientes a las emociones positivas. A partir de los resultados de asimetría y curtosis se evidencia que los datos de cada dimensión y tipo de emoción no se asemejan a la distribución teórica o curva normal. Adicionalmente, se presentan los resultados de la aplicación de la prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov para la muestra en el momento posterior a la intervención.

V.2.3.2. Análisis de frecuencias

A continuación, se presentan los resultados que se derivan del análisis porcentual en cada variable y sus correspondientes niveles de acuerdo para cada dimensión. La presentación de las frecuencias se basa en la suma y el promedio de las valoraciones positivas (*totalmente de acuerdo* y *de acuerdo*), negativas (*totalmente en desacuerdo* y *en desacuerdo*) y neutra (*ni de acuerdo ni en desacuerdo*) para facilitar la interpretación de los resultados, contrastándolos con los valores de fiabilidad según el tipo de emoción.

- **Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I**

Por lo que se refiere a la *asignatura* (ver gráfica V.17), se observa que el porcentaje de sujetos que se identifican con la manifestación de emociones positivas es mayor que el nivel de acuerdo sobre las emociones negativas. En relación con las emociones positivas, en promedio, el 78,0% de las puntuaciones se ubicó en los niveles de acuerdo y totalmente de acuerdo. De esta forma se expresó *interés* (96,6%), *entusiasmo* (96,6%), *satisfacción* (89,8%), *aceptación* (78%), *bienestar* (76,3%), *tranquilidad* (59,3%) y *asombro* (50,9%). Ahora bien, las emociones positivas de mayor intensidad son *interés* ($M=4,54$; $DE=,57$), *entusiasmo* ($M=4,32$; $DE=,54$) y *satisfacción* ($M=4,19$; $DE=,65$) y la que registra la menor intensidad es *asombro* ($M=3,27$; $DE=1,23$).

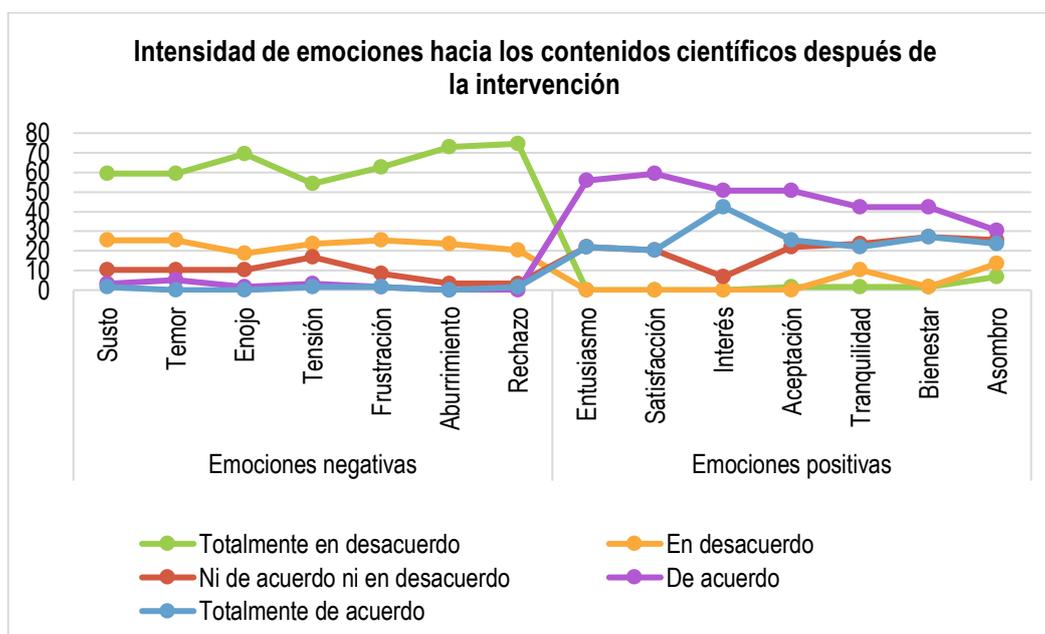


Gráfica V.17. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes respecto a la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I después de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

Acerca de las emociones negativas, en promedio, el 88,6% de los estudiantes no estuvieron de acuerdo en la manifestación de *aburrimiento* (96,6%), *enojo* (93,2%), *rechazo* (91,6%), *frustración* (89,8%), *temor* (88,1%), *susto* (83,0%) y *tensión* (77,9%). Hay que destacar la mayor intensidad del *susto* ($M=1,80$; $DE=,85$) dentro de dicho conjunto. *Rechazo* ($M=1,29$; $DE=,62$) es la emoción negativa menor intensidad. Finalmente, se aprecia que, en promedio, el 8,00% de las puntuaciones de los sujetos se ubicó en el nivel ni de acuerdo ni en desacuerdo de la escala Likert para las emociones negativas y el 16,7% para las emociones positivas. Este comportamiento se relaciona con la fiabilidad interna de los ítems de la escala ya que las emociones positivas reportaron un $\alpha=,78$ y las emociones negativas un $\alpha=,87$.

- **Contenidos científicos**

En cuanto a los *contenidos científicos* (ver gráfica V.18), se aprecia un aumento de las emociones positivas y una disminución de las emociones negativas. Más del 70,0% de los sujetos manifestaron emociones positivas como *interés* (93,2%), *satisfacción* (79,6%), *entusiasmo* (77,9%), *aceptación* (76,2%), *bienestar* (69,5%), *tranquilidad* (64,4%) y *asombro* (54,2%). En particular, *interés* ($M=4,36$; $DE=,61$) es la emoción más sobresaliente y *asombro* ($M=3,51$; $DE=1,19$) se mantiene como la emoción positiva de menor intensidad. Ahora bien, en promedio, el 75,8% de los futuros maestros puntuó sobre los niveles de desacuerdo y total desacuerdo para la experimentación de emociones negativas. Así, *aburrimiento* (96,6%), *rechazo* (94,9%), *frustración* (88,1%), *enojo* (88,1%), *susto* (84,7%), *temor* (84,7%) y *tensión* (77,9%), representan las emociones menos intensas de todo el conjunto. De esta forma, *tensión* ($M=1,75$; $DE=,98$) es la emoción más intensa y *aburrimiento* ($M=1,31$; $DE=,53$) es la más tenue.

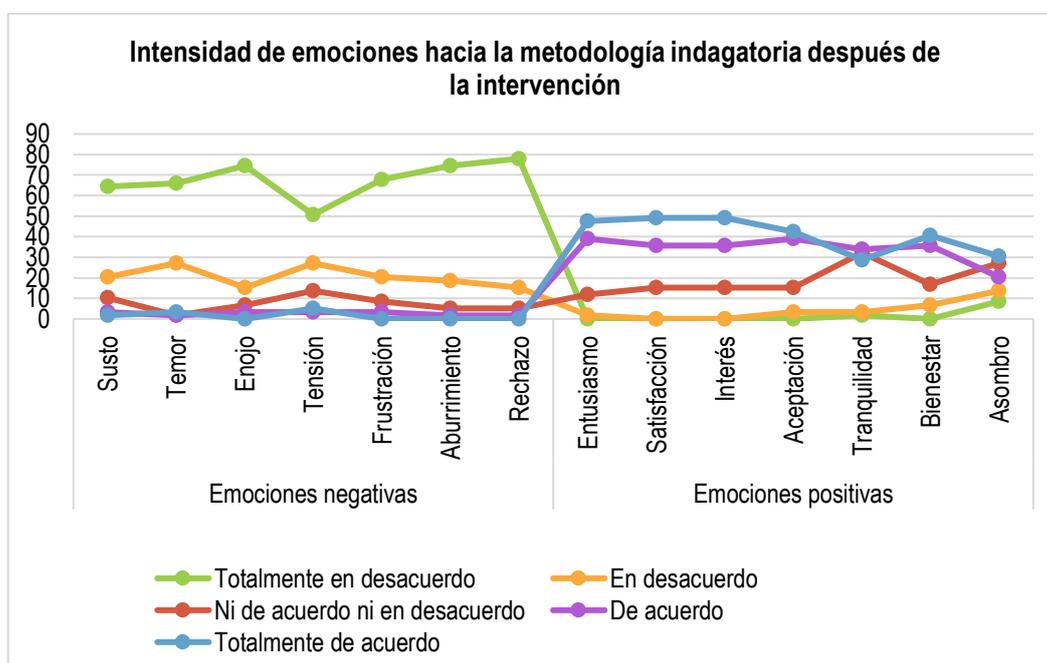


Gráfica V.18. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes respecto a los contenidos científicos después de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se evidencia que en promedio el 9,00% de las puntuaciones se ubicaron en el nivel *ni* de acuerdo ni en desacuerdo para las emociones negativas y un 21,0% de indecisión para las emociones positivas. Estos resultados son coherentes con los obtenidos sobre la fiabilidad de la escala Likert, pues se reporta un $\alpha=,90$ para las emociones negativas, un valor mayor que el correspondiente a las emociones positivas, $\alpha=,76$.

- **Metodología indagatoria**

Otro punto es la *metodología indagatoria* (ver gráfica V.19), globalmente se aprecia que predominó el grado de acuerdo favorable sobre las emociones positivas en contraste con aquellos sujetos que experimentaron emociones negativas. En cuanto a las emociones positivas, en promedio, existe un mayor consenso entre los encuestados (75,0%) quienes se ubicaron en las posiciones de acuerdo y en total de acuerdo. De esta manera, se manifestó *entusiasmo* (86,5%), *satisfacción* (84,8%), *interés* (84,8%), *aceptación* (81,4%), *bienestar* (76,3%), *tranquilidad* (62,7%) y *asombro* (50,8%). *Interés* ($M=4,34$; $DE=,73$) y *satisfacción* ($M=4,34$; $DE=,73$) presentaron la mayor intensidad dentro del grupo de emociones positivas. Respecto a la metodología indagatoria, *asombro* ($M=3,51$) se mantiene como la emoción positiva menos intensa.



Gráfica V.19. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes respecto a la metodología después de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

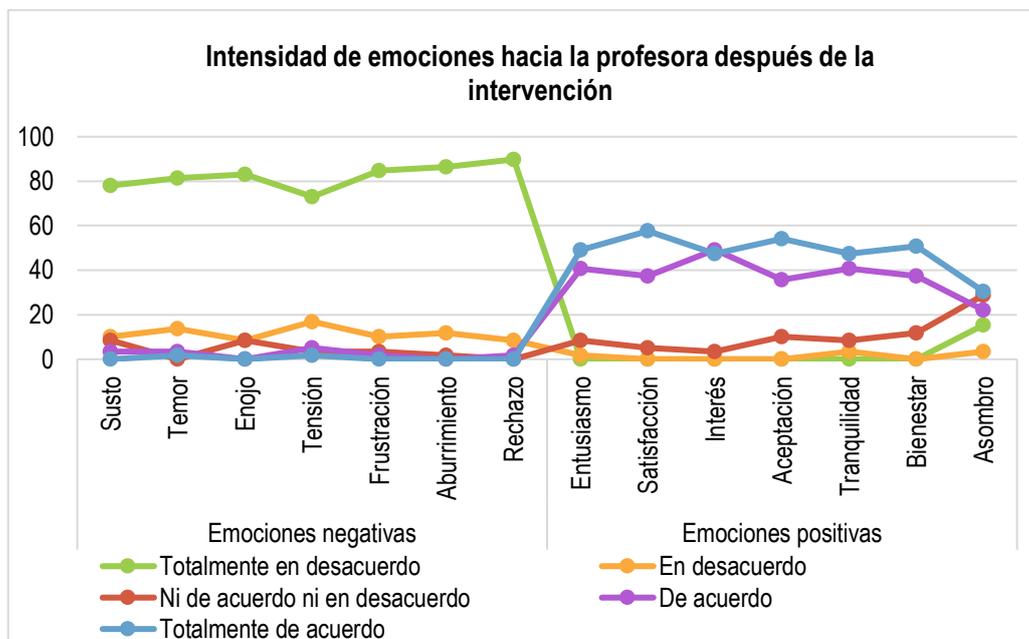
En términos medios, el 88,6% de los encuestados estuvo en contra de experimentar emociones negativas respecto a la metodología indagatoria. De esta forma, *rechazo* (93,3%), *aburrimiento* (93,2%), *temor* (93,2%), *enojo* (89,9%), *frustración* (88,1%), *susto* (84,7%) y *tensión* (77,9%) son las emociones menos experimentadas en términos globales.

De forma similar a los contenidos científicos, *tensión* ($M=1,85$; $DE=1,11$) es la emoción negativa de mayor intensidad. Por su parte, *rechazo* ($M=1,31$; $DE=,65$) presenta la menor intensidad del conjunto de emociones negativas. En promedio, existe un 7,00% de sujetos que no están de acuerdo ni en desacuerdo respecto a sentir emociones negativas y un 19,1% respecto a la manifestación de las emociones positivas. Este resultado coincide con una fiabilidad mayor para las emociones negativas ($\alpha=,89$), en comparación con las emociones positivas ($\alpha=,84$).

- **Profesora**

De las cinco dimensiones analizadas, la *profesora* (ver gráfica V.20) registró la mayor intensidad de las emociones positivas. En promedio, 86,0% de los sujetos estuvo de acuerdo en la manifestación de emociones positivas. Por tanto, *interés* (96,7%), *satisfacción* (94,9%), *entusiasmo* (89,9%), *aceptación* (89,8%), *tranquilidad* (88,2%), *bienestar* (88,1%) y *asombro* (52,5%) son las emociones de mayor intensidad. Así, *satisfacción* ($M=4,53$; $DE=,60$), *interés* ($M=4,44$; $DE=,57$) y *aceptación* ($M=4,44$; $DE=,68$) reportaron las medias más altas y *asombro* ($M=3,49$; $DE=1,37$) la más baja.

Por el contrario, más del 98,0% de los futuros maestros estuvieron en desacuerdo y total desacuerdo acerca de la experimentación de emociones negativas hacia la *profesora* en el momento posterior a la intervención. De esta forma, *rechazo* (98,3%), *aburrimiento* (98,3%), *temor* (95%), *frustración* (94,9%), *enojo* (91,6%), *tensión* (89,8%) y *susto* (88,2%) favorecen que se expresen todas las emociones positivas hacia la formadora. *Tensión* ($M=1,46$; $DE=,92$) y *rechazo* ($M=1,14$; $DE=,47$) representaron las emociones negativas de mayor y menor intensidad.



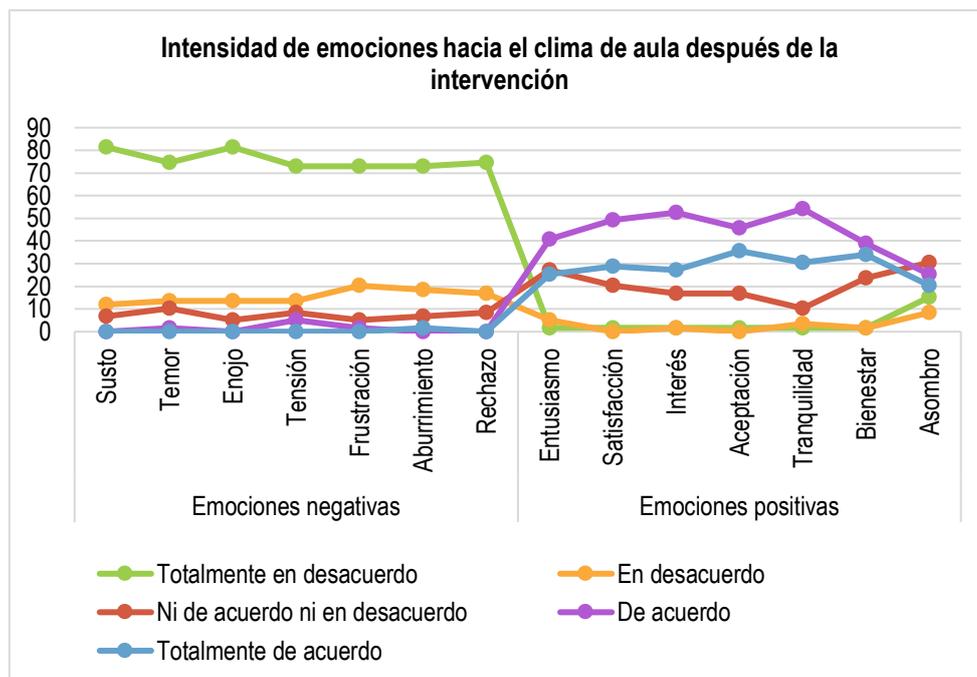
Gráfica V.20. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes respecto a la profesora después de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados reportan que, en promedio, el 3,64% de las puntuaciones se ubican en el nivel intermedio de la escala Likert para las emociones negativas y el 10,9% para las emociones positivas. Estos resultados son consistentes con los valores de fiabilidad obtenidos para las emociones positivas ($\alpha=.76$) y las emociones negativas ($\alpha=.83$).

- **Clima de aula**

Por lo que se refiere al *clima de aula* (ver gráfica V.21) existe un predominio de las emociones positivas sobre las emociones negativas. Después de la intervención los estudiantes declararon sentirse de acuerdo y totalmente de acuerdo acerca de la manifestación de *tranquilidad* (84,7%), *aceptación* (81,4%), *interés* (79,6%), *satisfacción* (78,0%), *bienestar* (72,9%), *entusiasmo* (66,1%) y *asombro* (45,7%). En particular, la *aceptación* ($M=4,14$; $DE=.82$) es la emoción más intensa y el *asombro* ($M=3,27$; $DE=1,31$) es la más tenue del conjunto.

En cambio, las emociones negativas presentaron las emociones menos intensas ya que en promedio el 91,3% de los sujetos declararon su posición en desacuerdo o total desacuerdo para la experimentación de las emociones negativas: *enojo* (95,0%), *susto* (93,3%), *frustración* (93,2%), *aburrimiento* (91,5%), *rechazo* (91,5%), *temor* (88,2%) y *tensión* (86,5%). La *tensión* ($M=1,46$; $DE=.86$) y el *enojo* ($M=1,24$; $DE=.54$) son las emociones de mayor y menor intensidad correspondientemente. En promedio, existe un 7,28% de sujetos que no están de acuerdo ni en desacuerdo en experimentar emociones negativas y un 20,8% respecto a las emociones positivas. No obstante, los valores de fiabilidad para las emociones positivas ($\alpha=.88$) y las emociones negativas ($\alpha=.86$) difieren de dicha tendencia.



Gráfica V.21. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes respecto al clima de aula después de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

V.2.3.3. Análisis inferencial

V.2.3.3.1. Análisis de normalidad: prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov

Mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov se determinó si la muestra del grupo T1 representa a una población que alcanza una distribución de campana de Gauss, considerando todas las emociones positivas y negativas en el momento posterior a la intervención en función de las dimensiones analizadas. Para cada emoción se planteó la hipótesis nula y alternativa correspondiente:

- H_0 = La distribución de las emociones positivas y negativas no difieren de la distribución normal.
- H_1 = La distribución de las emociones positivas y negativas difieren de la distribución normal.

En la tabla V.31 se presentan los estadísticos Z de prueba y las significancias asintóticas bilaterales obtenidas de la prueba K-S, a partir de un intervalo de confianza del 95,0% ($p=,05$).

Tabla V.31

Prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov para las emociones positivas y negativas después de la intervención en función de la dimensión de análisis

Variable	Asignatura		Contenidos científicos		Metodología indagatoria		Profesora		Clima de aula	
	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p
Susto	,346	,000*	,344	,000*	,376	,000*	,462	,000*	,484	,000*
Entusiasmo	,369	,000*	,280	,000*	,291	,000*	,301	,000*	,233	,000*
Temor	,333	,000*	,351	,000*	,369	,000*	,463	,000*	,446	,000*
Satisfacción	,307	,000*	,297	,000*	,308	,000*	,363	,000*	,263	,000*
Enojo	,459	,000*	,417	,000*	,440	,000*	,494	,000*	,484	,000*
Interés	,366	,000*	,297	,000*	,308	,000*	,313	,000*	,288	,000*
Tensión	,301	,000*	,320	,000*	,286	,000*	,420	,000*	,432	,000*
Aceptación	,233	,000*	,271	,000*	,256	,000*	,338	,000*	,248	,000*
Frustración	,384	,000*	,364	,000*	,403	,000*	,493	,000*	,433	,000*
Tranquilidad	,213	,000*	,253	,000*	,191	,000*	,284	,000*	,307	,000*
Aburrimiento	,406	,000*	,445	,000*	,442	,000*	,510	,000*	,423	,000*
Bienestar	,221	,000*	,233	,000*	,242	,000*	,318	,000*	,221	,000*
Rechazo	,476	,000*	,429	,000*	,460	,000*	,511	,000*	,450	,000*
Asombro	,232	,000*	,202	,000*	,181	,000*	,173	,000*	,181	,000*

Nota: * $p<,05$ Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican un $p<,05$ para las catorce emociones positivas y negativas en las cinco dimensiones analizadas, en consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa. Por tanto, las emociones positivas y negativas no tienen distribución normal.

V.2.3.3.2. Análisis comparativo intragrupo según el sexo: prueba no paramétrica U de Mann-Whitney

En el siguiente apartado se exponen los resultados obtenidos de la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para dos muestras no relacionadas. El objetivo es analizar si existen diferencias significativas o no significativas en la intensidad con la que los estudiantes expresaron emociones positivas y negativas en relación con la asignatura, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, la profesora y el clima de aula en función del sexo (19 varones y 40 mujeres) después de la intervención, con una significación $p=.05$ y un intervalo de confianza del 95,0%.

- **Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I**

En la tabla V.32 se aprecia que los resultados presentan una tendencia similar a los momentos antes y durante la intervención, puesto que los hombres experimentaron emociones negativas hacia la asignatura como *susto* ($Mdn=31,8$), *temor* ($Mdn=32,4$), *enojo* ($Mdn=34,2$), *tensión* ($Mdn=31,8$), *frustración* ($Mdn=30,5$) y *rechazo* ($Mdn=30,3$) con una intensidad mayor en comparación con las mujeres. No obstante, el conjunto femenino expresó *aburrimiento* ($Mdn=30,7$) con una intensidad mediana mayor a diferencia de los varones.

Tabla V.32

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I en función del sexo después de la intervención

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=19) Rango promedio	Mujeres (n=40) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	31,8	29,2	346,0	,535	84,2	15,8	,46
	Temor	32,4	28,9	334,5	,403	78,9	21,1	,44
	Enojo	34,2	27,9	299,5	,079	46,9	53,1	,39
	Tensión	31,8	29,2	346,0	,549	81,6	18,4	,46
	Frustración	30,5	29,8	370,0	,846	78,0	22,0	,49
	Aburrimiento	28,5	30,7	409,0	,564	87,8	12,2	,54
	Rechazo	30,3	29,9	374,0	,890	92,3	7,70	,49
Positivas	Entusiasmo	27,5	31,2	427,5	,366	72,9	27,1	,56
	Satisfacción	33,9	28,1	305,0	,164	75,2	24,8	,40
	Interés	25,3	32,2	468,5	,097	51,4	48,6	,62
	Aceptación	31,1	29,5	359,0	,713	89,3	10,7	,47
	Tranquilidad	33,9	28,2	306,0	,203	57,8	42,2	,40
	Bienestar	26,6	31,6	444,5	,262	69,7	30,3	,58
	Asombro	34,5	27,9	295,0	,154	45,7	54,3	,39

* $p<.05$ Fuente: Elaboración propia.

Además, se aprecia que en los hombres y en las mujeres, *enojo* ($Mdn=34,2$) y *aburrimiento* ($Mdn=30,7$) son las emociones negativas con la mayor mediana de intensidad respectivamente. Sin embargo, no se establecieron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las emociones negativas en función del sexo.

En relación con las emociones positivas, los varones manifestaron con mayor intensidad *satisfacción* ($Mdn=33,9$), *aceptación* ($Mdn=31,1$), *tranquilidad* ($Mdn=33,9$) y *asombro* ($Mdn=34,5$), mientras que las mujeres experimentaron con mayor fuerza *entusiasmo* ($Mdn=31,2$), *interés* ($Mdn=32,2$) y *bienestar* ($Mdn=31,6$). También, los resultados indican que *satisfacción* ($Mdn=33,9$) y *bienestar* ($Mdn=31,6$) asumieron las medianas de mayor intensidad en hombres y mujeres correspondientemente. Finalmente, tampoco existían diferencias significativas en las emociones positivas en función del sexo.

- **Contenidos científicos**

Frente a los *contenidos científicos* (ver tabla V.33), los varones sentían emociones negativas como *susto* ($Mdn=31,7$), *temor* ($Mdn=32,5$), *enojo* ($Mdn=30,6$), *tensión* ($Mdn=30,9$), *frustración* ($Mdn=30,3$), *aburrimiento* ($Mdn=31,8$) y *rechazo* ($Mdn=31,3$) con mayor intensidad en contraste con las mujeres, siendo *temor* ($Mdn=32,5$) la emoción negativa con la mediana más alta entre los varones y *frustración* ($Mdn=30,3$) en el conjunto femenino respectivamente. Sin embargo, no se establecieron diferencias significativas en las emociones negativas respecto al sexo.

Tabla V.33

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones hacia los contenidos científicos en función del sexo después de la intervención

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=19) Rango promedio	Mujeres (n=40) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	31,7	29,2	347,5	,549	90,8	9,20	,46
	Temor	32,5	28,8	332,0	,376	74,9	25,1	,44
	Enojo	30,6	29,7	369,5	,834	92,7	7,30	,49
	Tensión	30,9	29,6	362,0	,747	87,9	12,1	,48
	Frustración	30,3	29,9	374,0	,910	92,5	7,50	,49
	Aburrimiento	31,8	29,1	345,0	,463	74,7	25,3	,45
	Rechazo	31,3	29,4	354,5	,586	92,9	7,10	,47
Positivas	Entusiasmo	27,6	31,2	426,0	,405	79,7	20,3	,56
	Satisfacción	30,0	30,0	380,0	1,000	94,4	5,60	,50
	Interés	26,9	31,5	438,0	,291	67,6	32,4	,58
	Aceptación	30,8	29,6	365,0	,791	86,6	13,4	,48
	Tranquilidad	30,8	29,6	364,5	,791	90,2	9,80	,48
	Bienestar	29,9	30,0	381,5	,979	92,3	7,70	,50
	Asombro	27,3	31,3	431,5	,389	84,0	16,0	,57

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

Sobre las emociones positivas, las mujeres experimentaron en mayor medida *entusiasmo* ($Mdn=31,2$), *interés* ($Mdn=31,5$), *bienestar* ($Mdn=30,0$) y *asombro* ($Mdn=31,3$) a diferencia de los varones quienes expresaron con mayor intensidad *aceptación* ($Mdn=30,8$) y *tranquilidad* ($Mdn=30,8$).

También, los resultados indican que *tranquilidad* ($Mdn=30,8$) e *interés* ($Mdn=31,5$) reportaron la mediana más grande en hombres y mujeres respectivamente y *satisfacción* ($Mdn=30,0$) alcanzó la misma intensidad para el género masculino y femenino. De manera similar a las emociones negativas, tampoco se establecieron diferencias según el sexo.

- **Metodología indagatoria**

Respecto a las emociones que sintieron los estudiantes hacia la *metodología indagatoria* (ver tabla V.34) se establecieron intensidades superiores en *susto* ($Mdn=30,3$), *enojo* ($Mdn=31,2$), *tensión* ($Mdn=30,6$), *frustración* ($Mdn=31,8$), *aburrimiento* ($Mdn=32,0$) y *rechazo* ($Mdn=30,3$) experimentadas por los hombres en contraste con las mujeres. Por su parte, *temor* ($Mdn=30,1$) asume la intensidad más alta en las mujeres. Además, se aprecia que tanto *aburrimiento* ($Mdn=32,0$) como *temor* ($Mdn=30,1$) reportaron las medianas más altas en los hombres y las mujeres correspondientemente, pero no hubo diferencias significativas en ninguna de las emociones negativas en relación con el sexo.

Tabla V.34

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones hacia la metodología indagatoria en función del sexo después de la intervención

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=19) Rango promedio	Mujeres (n=40) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	30,3	29,8	373,5	,901	95,0	5,00	,49
	Temor	29,7	30,1	385,5	,915	92,8	7,20	,51
	Enojo	31,2	29,5	358,0	,640	71,7	28,3	,47
	Tensión	30,6	29,7	368,5	,839	84,6	15,4	,48
	Frustración	31,8	29,2	346,0	,503	77,2	22,8	,46
	Aburrimiento	32,0	29,0	341,5	,412	77,3	22,7	,45
	Rechazo	30,3	29,8	373,5	,884	81,0	19,0	,49
Positivas	Entusiasmo	27,6	31,2	426,0	,413	80,4	19,6	,56
	Satisfacción	32,9	28,6	325,0	,328	75,5	24,5	,43
	Interés	26,6	31,6	445,0	,248	66,0	34,0	,59
	Aceptación	29,3	30,3	393,0	,820	94,5	5,50	,52
	Tranquilidad	30,7	29,7	367,5	,813	92,1	7,90	,48
	Bienestar	34,0	28,1	303,5	,187	64,4	35,6	,40
	Asombro	32,1	29,0	340,0	,503	82,3	17,7	,45

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

En relación con las emociones positivas se aprecia que los varones experimentaron con mayor intensidad emociones como *satisfacción* ($Mdn=32,9$), *tranquilidad* ($Mdn=30,7$), *bienestar* ($Mdn=34,0$) y *asombro* ($Mdn=32,1$) y las mujeres expresaron *entusiasmo* ($Mdn=31,2$), *interés* ($Mdn=31,6$) y *aceptación* ($Mdn=30,3$) con intensidad más alta. Entre hombres y mujeres el *bienestar* ($Mdn=34,0$) e *interés* ($Mdn=31,6$) reportaron las medianas más altas del conjunto. Sin embargo, tampoco se establecieron diferencias estadísticas significativas en función del sexo para las emociones positivas.

- **Profesora**

En cuanto a las emociones hacia la *profesora* (ver tabla V.35), los resultados revelan que los varones experimentaron emociones negativas más intensas como *susto* ($Mdn=31,4$), *temor* ($Mdn=30,7$), *enojo* ($Mdn=31,5$), *tensión* ($Mdn=31,5$), *frustración* ($Mdn=32,1$), *aburrimiento* ($Mdn=32,3$) y *rechazo* ($Mdn=30,1$) en comparación con las mujeres. Así, *aburrimiento* ($Mdn=32,3$) y *rechazo* ($Mdn=30,1$) presentaron las medianas de intensidad más altas en los varones y las mujeres respectivamente. Además, se constató que no existen diferencias significativas en las emociones negativas hacia la *profesora* en función del sexo.

Por lo que se refiere a las emociones positivas, se aprecia que los varones experimentaron mayoritariamente *entusiasmo* ($Mdn=30,2$), *satisfacción* ($Mdn=31,5$), *aceptación* ($Mdn=30,9$), *tranquilidad* ($Mdn=30,7$) y *asombro* ($Mdn=35,5$) mientras que las mujeres expresaron con mayor intensidad *interés* ($Mdn=32,7$) y *bienestar* ($Mdn=30,3$). *Asombro* e *interés* alcanzaron la mediana más alta entre varones y mujeres correspondientemente. Respecto a la *profesora* se determinó que existen diferencias significativas para *interés* ($Mdn=32,68$; $U=487,0$; $p=,049$; $\beta=34$; $P=66,0\%$; $TE=,64$), cuyo tamaño del efecto es considerado mediano a favor de las mujeres.

Tabla V.35

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones hacia la profesora en función del sexo después de la intervención

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=19) Rango promedio	Mujeres (n=40) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	31,4	29,3	353,5	,553	85,4	14,6	,47
	Temor	30,7	29,7	367,5	,765	94,0	6,00	,48
	Enojo	31,5	29,3	352,0	,487	77,7	22,3	,46
	Tensión	31,5	29,3	352,5	,567	89,5	10,5	,46
	Frustración	32,1	29,0	340,0	,299	61,3	38,7	,45
	Aburrimiento	32,3	28,9	336,0	,229	68,5	31,5	,44
	Rechazo	30,1	29,9	379,0	,975	90,1	9,90	,50
Positivas	Entusiasmo	30,2	29,9	377,0	,957	94,5	5,50	,50
	Satisfacción	31,5	29,3	351,0	,589	87,9	12,1	,46
	Interés	24,4	32,7	487,0	,049*	34,0	66,0	,64
	Aceptación	30,9	29,6	362,5	,750	92,5	7,50	,48
	Tranquilidad	30,7	29,7	366,5	,810	94,5	5,50	,48
	Bienestar	29,3	30,3	393,5	,808	93,2	6,80	,52
	Asombro	35,5	27,4	275,5	,079	52,6	47,4	,36

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

- **Clima de aula**

En el caso del *clima de aula* (ver tabla V.36) se aprecia que los hombres experimentaron con mayor intensidad emociones negativas como *susto* ($Mdn=33,5$), *temor* ($Mdn=31,5$), *enojo* ($Mdn=32,2$), *frustración* ($Mdn=33,0$) y *aburrimiento* ($Mdn=30,9$) a diferencia de las mujeres, quienes sintieron en mayor medida *tensión* ($Mdn=30,2$). Por su parte, *rechazo* ($Mdn=30,0$) se

percibe con la misma intensidad en ambos sexos. Adicionalmente, *susto* y *tensión* representan las emociones negativas con las medianas más altas, pero no se definieron diferencias significativas en ninguna emoción negativa.

En cambio, las mujeres manifestaron con intensidad más alta emociones positivas como *entusiasmo* ($Mdn=30,9$), *satisfacción* ($Mdn=30,6$), *interés* ($Mdn=30,1$), *aceptación* ($Mdn=30,2$) y *asombro* ($Mdn=32,6$) mientras que los varones expresaron con mayor intensidad *tranquilidad* ($Mdn=32,5$) y *bienestar* ($Mdn=32,6$). De esta forma, *bienestar* y *entusiasmo* reportaron las medianas más altas en varones y mujeres respectivamente. En este caso, no existen diferencias significativas en función del sexo después de la intervención.

Tabla V.36

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones hacia el clima de aula en función del sexo después de la intervención

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=19) Rango promedio	Mujeres (n=40) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	33,5	28,4	314,0	,114	72,7	27,3	,41
	Temor	31,5	29,3	352,5	,559	92,6	7,40	,46
	Enojo	32,2	28,9	339,0	,326	81,0	19,0	,45
	Tensión	29,6	30,2	387,5	,876	91,8	8,20	,51
	Frustración	33,0	28,6	322,5	,230	67,9	32,1	,42
	Aburrimiento	30,9	29,6	362,5	,715	93,2	6,80	,48
	Rechazo	30,0	30,0	380,0	1,00	92,9	7,10	,50
Positivas	Entusiasmo	28,2	30,9	415,0	,549	92,0	8,00	,55
	Satisfacción	28,7	30,6	405,5	,653	92,1	7,90	,53
	Interés	29,9	30,1	382,0	,972	93,6	6,40	,50
	Aceptación	29,7	30,2	386,5	,909	93,4	6,60	,51
	Tranquilidad	32,5	28,8	332,5	,392	80,2	19,8	,44
	Bienestar	32,6	28,8	330,5	,394	78,1	21,9	,43
	Asombro	29,3	30,3	393,0	,828	91,9	8,10	,52

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

A manera de resumen final, los resultados de los análisis intragrupo para cada momento señalan que:

Antes de la intervención:

- Las emociones positivas presentan las intensidades más altas en las cinco dimensiones mientras que las emociones negativas alcanzan las intensidades más bajas.
- Las emociones positivas son más intensas frente a la profesora y los contenidos científicos.
- Las emociones negativas registran las intensidades mayores respecto a la asignatura y la metodología indagatoria.
- En términos generales, las emociones positivas de mayor intensidad son *interés*, *aceptación* y *entusiasmo*. De manera semejante, las emociones negativas más intensas son *tensión*, *temor* y *aburrimiento*.

Las emociones que alcanzan las mayores intensidades en cada dimensión antes de la intervención en el grupo T1 se exponen en orden descendente en el cuadro V.1.

Tipo de emoción	Asignatura	Contenidos científicos	Metodología indagatoria	Profesora	Clima de aula
Emociones positivas	Interés	Interés	Interés	Aceptación	Aceptación
	Aceptación	Entusiasmo	Aceptación	Interés	Interés
	Bienestar	Bienestar	Entusiasmo	Satisfacción	Tranquilidad
Emociones negativas	Tensión	Tensión	Temor	Tensión	Aburrimiento
	Aburrimiento	Temor	Tensión	Temor	Tensión
	Temor	Susto	Susto	Aburrimiento	Frustración

Cuadro V.1. Emociones de mayor intensidad antes de la intervención según la dimensión de análisis. Fuente: Elaboración propia.

Durante la intervención:

- Las emociones positivas alcanzan las intensidades mayores en todas las dimensiones mientras que las emociones negativas registran las intensidades menores.
- La intensidad media de las emociones positivas es mayor frente a la profesora y la metodología indagatoria.
- La intensidad media de las emociones negativas es mayor hacia los contenidos científicos.
- A nivel global, las emociones positivas más intensas son *interés*, *satisfacción* y *aceptación* mientras que las emociones negativas de mayor intensidad son *tensión* y *aburrimiento*.

Las emociones que alcanzan las mayores intensidades en cada dimensión durante la intervención en el grupo T1 se exponen en orden descendente en el cuadro V.2.

Tipo de emoción	Asignatura	Contenidos científicos	Metodología indagatoria	Profesora	Clima de aula
Emociones positivas	Interés	Interés	Interés	Interés	Aceptación
	Bienestar	Bienestar	Entusiasmo	Satisfacción	Satisfacción
	Satisfacción	Entusiasmo	Satisfacción	Tranquilidad	Interés
Emociones negativas	Tensión	Aburrimiento	Tensión	Tensión	Tensión
	Aburrimiento	Tensión	Frustración	Aburrimiento	Aburrimiento
	Temor	Susto	Temor	Frustración	Rechazo

Cuadro V.2. Emociones de mayor intensidad durante la intervención según la dimensión de análisis. Fuente: Elaboración propia.

Después de la intervención:

- Las emociones positivas son más intensas en todas las dimensiones a diferencia de las emociones negativas.
- Las emociones positivas más intensas se reportan frente a la profesora y la metodología.
- Las emociones negativas registraron las intensidades más altas respecto a la asignatura y los contenidos científicos.
- En términos globales, las emociones positivas de mayor intensidad son *interés*, *satisfacción*, *aceptación* y *entusiasmo*. Las emociones negativas más intensas son *tensión*, *susto* y *temor*.

Las emociones que alcanzan las mayores intensidades en cada dimensión después de la intervención en el grupo T1 se exponen en orden descendente en el cuadro V.3.

Tipo de emoción	Asignatura	Contenidos científicos	Metodología indagatoria	Profesora	Clima de aula
Emociones positivas	Interés	Interés	Interés	Satisfacción	Aceptación
	Entusiasmo	Entusiasmo	Satisfacción	Interés	Tranquilidad
	Aceptación	Satisfacción	Entusiasmo	Aceptación	Satisfacción
Emociones negativas	Tensión	Tensión	Tensión	Tensión	Tensión
	Susto	Susto	Susto	Susto	Temor
	Temor	Temor	Temor	Temor	Aburrimiento

Cuadro V.3. Emociones de mayor intensidad después de la intervención según la dimensión de análisis. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al análisis intergrupo de las emociones en función del sexo y para cada momento de la intervención, hallamos que:

Antes de la intervención:

- En cuanto a la **asignatura**, los varones experimentan con mayor intensidad *enojo* y *rechazo*. Las mujeres sienten *interés* con mayor intensidad.
- Respecto a los **contenidos científicos** no se establecen diferencias significativas para las emociones negativas. *Entusiasmo* e *interés* son experimentados con mayor intensidad por las mujeres.
- Frente a la **metodología indagatoria**, las mujeres experimentan *frustración* con mayor intensidad que los varones. No existen diferencias significativas en la manifestación de emociones positivas.
- En lo que refiere a la **profesora**, los varones experimentan con mayor intensidad *frustración* y *aburrimiento*. No se definen diferencias significativas en la experimentación de emociones positivas.
- Frente al **clima de aula**, los hombres sienten *enojo* y *frustración* con mayor intensidad a diferencia de las mujeres. En cuanto a las emociones positivas no se establecen diferencias.

Durante la intervención:

- Respecto a la **asignatura**, los hombres experimentan *susto* con mayor intensidad que las mujeres. No se establecen diferencias significativas para las emociones positivas en función del sexo.
- Frente a los **contenidos científicos**, el *aburrimiento* es más intenso en los varones. En cuanto a las emociones positivas no hay diferencias entre hombres y mujeres.
- Hacia la **metodología indagatoria**, los varones experimentan *frustración* y *asombro* con mayor intensidad que las mujeres.
- En cuanto a la **profesora**, no existen diferencias significativas en función del sexo para las emociones negativas y emociones positivas.
- Respecto al **clima de aula**, tampoco hay diferencias significativas según el sexo para las emociones negativas y emociones positivas.

Después de la intervención:

- En lo que refiere a la **asignatura**, los **contenidos científicos**, la **metodología indagatoria** y el **clima de aula** no se establecen diferencias estadísticas significativas en la experimentación de emociones positivas y emociones negativas en función del sexo.
- En cuanto a la **profesora**, las mujeres experimentan *interés* con mayor intensidad a diferencia de los varones. Hacia las emociones negativas no existen diferencias significativas entre varones y mujeres.

V.3. Sub-estudio sobre el cambio de las emociones en los momentos antes, durante y después de la intervención

En este apartado se muestran los resultados en términos globales acerca del cambio de la intensidad de las emociones positivas y emociones negativas que declararon sentir los estudiantes respecto a las dimensiones *asignatura*, contenidos científicos, metodología indagatoria, profesora y clima de aula.

En primer lugar, se exponen los resultados del análisis factorial exploratorio en cada dimensión y momento de la intervención. Seguidamente, como los datos no cumplen el supuesto de normalidad estadística, se presenta el análisis inferencial intergrupo derivado de la aplicación de las pruebas no paramétricas H de Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney que permiten realizar el análisis comparativo en función del momento de la intervención y el sexo respectivamente. De esta manera, se identifican los estadísticos de prueba, significaciones, probabilidad de error Tipo I y Tipo II, potencia estadística y tamaños del efecto para cada variable independiente, en aras de analizar la eficacia de la intervención y las magnitudes de tales diferencias.

V.3.1. Análisis Factorial Exploratorio

En el presente apartado se presentan los resultados del Análisis Factorial Exploratorio, en el que se analiza sobre el cambio de las emociones negativas y positivas que experimentaron los estudiantes respecto a la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, la profesora y el clima de aula en los momentos antes (N=57), durante (N=54) y después (N=59) de la intervención.

- ***Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I***

En lo que refiere a la *asignatura* (ver tabla V.37) se aprecia que existen suficientes intercorrelaciones entre las emociones en los momentos *antes*, *durante* y *después* de la intervención, ya que se obtuvieron índices aceptables de adecuación muestral Kaiser Meyer Olkin equivalentes a 0,812; 0,709 y 0,796 respectivamente, cuyas significancias son menores al nivel de significación del 5,00%. En consecuencia, la hipótesis nula de esfericidad que afirma que las variables no están correlacionadas es rechazada.

Al extraerse las soluciones factoriales por el Método de Componentes Principales para los tres momentos, se aprecia que las emociones presentaron suficientes niveles de comunalidad, por lo que más de la mitad de la varianza pudo explicarse a través del modelo factorial. Seguidamente, se extrajeron los factores a partir del criterio de la raíz latente y se rotaron con el Método Varimax. De esta forma, el Análisis Factorial Exploratorio indica que las emociones en cada momento se pueden descomponer en varios factores.

Antes de la intervención se aprecia que el primer factor (*entusiasmo*), cuya varianza explicada es equivalente a 43,8% correlaciona positivamente con *bienestar*. De esta forma, a medida que

incrementa *entusiasmo* (,830) se intensifica *bienestar* (,822). Por su parte, el segundo factor (*susto*), con una varianza igual a 16,2%, cuya carga factorial es equivalente a ,878 está correlacionado positivamente con *temor* (,833) y *tensión* (,825).

Tabla V.37

Análisis Factorial Exploratorio de las emociones de los estudiantes hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I en función del momento de la intervención

	Momento de la intervención									
	Antes		Durante				Después			
N	57		54				59			
KMO	,812		,709				,796			
Sig. (p-valor)	,000		,000				,000			
VME	,50		,50				,45			
FC	,87		,92				,90			
Saturaciones de la matriz de componente rotada										
Factores extraídos	F1	F2	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4
% Varianza explicada	43,8	16,2	34,5	12,8	8,90	7,40	37,9	16,1	8,33	7,22
% Varianza acumulado	60,0		63,6				69,6			
Susto	-,140	,878	-,036	,579	,278	-,256	,620	-,058	-,068	,555
Temor	-,126	,833	-,170	,404	,677	,085	,560	-,105	,014	,516
Enojo	-,361	,509	,041	,314	,810	-,231	,785	-,261	,017	,160
Tensión	-,217	,825	-,257	,785	,071	,180	,332	-,179	,003	,794
Frustración	-,450	,723	,026	,868	,203	-,225	,775	-,128	,015	,386
Aburrimiento	-,730	,004	-,507	,330	,140	-,401	,574	-,202	-,187	,060
Rechazo	-,653	,426	-,272	,697	,142	,095	,884	,080	-,100	,035
Entusiasmo	,830	-,214	,622	-,170	-,120	,348	-,127	,831	,179	,170
Satisfacción	,727	-,303	,341	-,133	-,442	,507	-,124	,546	,392	-,349
Interés	,743	-,132	,517	-,005	-,591	,022	-,086	,893	,012	,003
Aceptación	,686	-,224	,758	-,143	,106	,144	-,308	,422	,654	,191
Tranquilidad	,207	-,558	,715	-,139	-,107	,040	,083	,105	,716	-,508
Bienestar	,822	-,184	,740	-,010	-,363	-,172	-,301	,484	,542	-,271
Asombro	,415	,412	,059	,050	,000	,781	,000	,019	,778	,088

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al segundo momento, se obtuvo cuatro factores denominados *aceptación* (,758), *frustración* (,868), *enojo* (,810) y *asombro* (,781) que son independientes entre sí y presentan una varianza acumulada del 63,6%.

En primer lugar, dado que se eligieron las cargas factoriales superiores a ,75 para un tamaño muestral entre 50 y 60 participantes, el primer factor está integrado únicamente por *aceptación*. En segundo lugar, al aumentar la intensidad de *frustración* (,868), también incrementa la correspondiente a *tensión* (,785). Finalmente, respecto al tercero y cuarto factor se aprecia que están representados por *enojo* (,810) y *asombro* (,781).

Para el último momento, los resultados indican una estructura factorial independiente que está integrada por *rechazo*, *interés*, *asombro* y *tensión*, con una varianza acumulada del 69,6%. Por su parte, *rechazo* (,884) correlaciona positivamente con *enojo* (,785) y *frustración* (,775). De manera

similar, el segundo factor está correlacionado de manera positiva con *entusiasmo* (.831). Finalmente, se aprecia que las correlaciones de los dos últimos factores con las demás variables no son lo suficientemente relevantes puesto que sus saturaciones son menores al índice recomendado para tal número de sujetos.

- **Contenidos científicos**

En la tabla V.38 se muestran los resultados del Análisis Factorial Exploratorio sobre el cambio de las emociones respecto a los *contenidos científicos*. En primer lugar, los resultados de la prueba de adecuación muestral KMO sobre las puntuaciones correspondientes a los momentos *antes*, *durante* y *después*, indican grados de ajuste considerados buenos y medios respectivamente. Asimismo, el Contraste de Esfericidad de Bartlett es significativo para los tres momentos ($p=,000$), por lo cual es pertinente el tratamiento estadístico de los datos mediante análisis multivariante factorial.

Tabla V.38

Análisis Factorial Exploratorio de las emociones de los estudiantes frente a los contenidos científicos en función del momento de la intervención

	Momento de la intervención							
	Antes		Durante		Después			
N	57		54		59			
KMO	,820		,751		,774			
Sig. (p-valor)	,000		,000		,000			
VME	,50		,50		,56			
FC	,93		,90		,95			
	Saturaciones de la matriz de componente rotada							
Factores extraídos	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F3	F4
% Varianza explicada	45,7	15,2	37,2	17,6	39,6	17,7	9,70	7,61
% Varianza acumulado	60,9		54,8		74,6			
Susto	,830	-,164	,730	-,113	,740	-,184	-,073	,210
Temor	,909	-,076	,732	-,288	,713	-,106	-,024	,580
Enojo	,744	-,295	,821	,048	,859	-,313	,089	,119
Tensión	,838	-,235	,795	-,126	,409	-,045	-,012	,839
Frustración	,611	-,459	,810	-,184	,555	-,307	,125	,675
Aburrimiento	,270	-,479	,421	-,056	,625	,053	-,493	,146
Rechazo	,709	-,407	,846	-,078	,688	-,447	,144	,141
Entusiasmo	-,113	,791	-,043	,283	,090	,133	,830	,126
Satisfacción	-,319	,793	,001	,498	-,221	,683	,406	-,155
Interés	-,174	,726	-,024	,045	-,193	,097	,854	,104
Aceptación	-,119	,732	-,156	,691	-,335	,787	,131	,089
Tranquilidad	-,512	,496	-,099	,814	,142	,683	,191	-,535
Bienestar	-,268	,750	-,248	,729	-,245	,756	,047	-,120
Asombro	,457	,448	,128	,227	,138	,160	,668	-,241

Nota: Fuente: Elaboración propia.

De manera semejante a la dimensión *asignatura*, se procedió a la extracción y rotación de los factores mediante los métodos por Componentes Principales y Varimax correspondientemente. Así, se obtuvo tres estructuras factoriales para toda la intervención. La primera está constituida por *temor* (,909) y *satisfacción* (,793) con varianzas explicadas equivalentes a 45,7% y 15,2% respectivamente. A medida que aumenta la intensidad del *temor*, se incrementa *susto* (,830) y conforme se intensifica *satisfacción* (,793) se eleva la correspondiente a *entusiasmo* (,791).

La segunda estructura factorial está representada por *rechazo* y *tranquilidad* con varianzas equivalentes a 37,2% y 17,6%. Así, *rechazo* (,846) correlaciona positivamente con *enojo* (,821), *frustración* (,810) y *tensión* (,795). *Tranquilidad* presenta correlaciones con otras variables que contribuyen con saturaciones menores a ,75 debido al tamaño muestral, sin embargo, no son significativas.

Para el último momento, los resultados sugieren cuatro factores: *enojo*, *aceptación*, *interés* y *tensión* con varianzas ubicadas entre el 39,6% y el 74,6%. Por su parte, *aceptación* (,787) está correlacionada positivamente con *bienestar* (,756); y, al aumentar la intensidad de *interés* (,854), aumenta *entusiasmo* (,830). No obstante, *enojo* (,859) y *tensión* (,839) no presentaron correlaciones significativas con otras variables porque sus cargas no eran equivalentes o superiores a ,75.

- **Metodología indagatoria**

En lo que refiere a la *metodología indagatoria* (ver tabla V.39), se aprecia que los resultados de las pruebas de adecuación muestral KMO y de esfericidad de Barlett son adecuados para los tres momentos, obteniéndose índices KMO superiores a 0,764 y significancias iguales a 0,000. De la misma forma que las demás dimensiones, se procedió a la extracción y rotación de los factores. Para *antes* de la intervención, se interpretan dos factores denominados *temor* (,876) e *interés* (,793), cuyas varianzas son 53,2% y 12,3%. Como se muestra en la matriz de estructura, el primer factor correlaciona con *enojo* (,817), *tensión* (,813), *frustración* (,804), *susto* (,798) y *rechazo* (,775). El segundo factor está correlacionado positivamente con *aceptación* (,765).

Durante la intervención, el 61,6% de la varianza acumulada explica *entusiasmo* (,812), *enojo* (,820) y *aburrimiento* (,759). En este modelo factorial se aprecia que al incrementar la intensidad del *entusiasmo* (,812), aumenta la correspondiente al *bienestar* (,799). En el momento final se identificaron tres factores: *tranquilidad*, *aceptación* y *rechazo*, cuya varianza explicada total es 68,9%. Así, los resultados indican que conforme disminuye la intensidad de *tranquilidad* (-,817) incrementa *temor* (,809) y *susto* (,788); en otras palabras, al intensificarse estas emociones negativas repercuten en una merma de *tranquilidad*. Además, *aceptación* (,808) correlaciona positivamente con *satisfacción* (,752). Finalmente, de la misma manera lo hacen *rechazo* (,843) y *aburrimiento* (,707).

Tabla V.39

Análisis Factorial Exploratorio de las emociones de los estudiantes frente a la metodología indagatoria en función del momento de la intervención

	Momento de la intervención								
	Antes		Durante			Después			
N	57		54			59			
KMO	,882		,764			,809			
Sig. (p-valor)	,000		,000			,000			
VME	,54		,50			,50			
FC	,94		,90			,93			
	Saturaciones de la matriz de componente rotada								
Factores extraídos	F1	F2	F1	F2	F3	F1	F2	F3	
% Varianza explicada	53,2	12,3	38,70	13,3	9,60	45,8	9,06	14,0	
% Varianza acumulada	65,5		61,6			68,9			
Susto	,798	-,221	-,263	,460	,551	,788	-,136	,321	
Temor	,876	-,179	-,377	,721	,301	,809	-,074	,405	
Enojo	,817	-,260	-,258	,820	,277	,463	-,109	,672	
Tensión	,813	-,184	-,409	,639	,050	,714	-,012	,443	
Frustración	,804	-,317	-,006	,714	-,009	,583	-,266	,468	
Aburrimiento	,507	-,339	,189	,155	,759	,188	-,160	,707	
Rechazo	,775	-,250	-,154	,433	,480	,168	-,104	,843	
Entusiasmo	-,352	,700	,812	-,109	,003	-,163	,683	-,353	
Satisfacción	-,471	,742	,714	-,285	-,243	-,132	,752	-,197	
Interés	-,298	,793	,401	,109	-,663	-,158	,746	-,453	
Aceptación	-,325	,765	,454	-,058	-,594	-,204	,808	-,086	
Tranquilidad	-,525	,487	,649	-,426	-,211	-,817	,409	,101	
Bienestar	-,446	,693	,799	-,078	-,152	-,687	,452	-,082	
Asombro	,353	,599	,317	,496	-,370	-,119	,677	,167	

Nota: Fuente: Elaboración propia.

- **Profesora**

En relación con la *profesora* (ver tabla V.40), para el momento *antes* de la intervención se obtuvo un buen índice de adecuación muestral KMO; mientras que para los momentos *durante* y *después*, tales índices son considerados suficientes y todos están acompañados de una significancia igual a $p=,000$. Para el primer momento, se distinguen tres factores: *aceptación*, *enojo* y *aburrimiento* que son explicadas por más del 50,0% de la variabilidad.

Así, *aceptación* (*,836*) correlaciona positivamente con emociones positivas como *entusiasmo* (*,825*), *satisfacción* (*,794*) e *interés* (*,785*). Ahora bien, dentro de las estructuras correspondientes a los factores *enojo* (*,774*) y *aburrimiento* (*,878*) no se definieron altas correlaciones.

Para el momento intermedio se estableció un modelo factorial integrado por cuatro factores independientes explicados por una varianza acumulada del 68,8%, tales componentes comunes son: *satisfacción*, *rechazo*, *tensión* y *aburrimiento*. *Satisfacción* (*,824*) está correlacionada positivamente con *entusiasmo* (*,822*), *aceptación* (*,800*) y *bienestar* (*,774*). También, a medida que incrementa la intensidad de *rechazo* (*,872*), aumenta *temor* (*,811*) y *frustración* (*,765*). En el caso de *tensión* y *aburrimiento*, estos factores no experimentan correlaciones apreciables con las demás variables.

En el momento final, se identificaron tres factores que son explicados por una varianza que comprende 66,2% de la variabilidad total del conjunto: *satisfacción*, *rechazo* y *temor*. Así, se aprecia que *entusiasmo* (.813), *satisfacción* (.841) e *interés* (.796) correlacionan positivamente entre sí. Además, se aprecia que a medida que aumenta *rechazo* (.896) se incrementa la intensidad de *enojo* (.889). Para finalizar, existen correlaciones positivas entre *temor* (.896) y *tensión* (.848) cuando estas emociones negativas incrementan su intensidad, a su vez, producen una disminución de *tranquilidad* (-.780).

Tabla V.40

Análisis Factorial Exploratorio de las emociones de los estudiantes hacia la profesora en función del momento de la intervención

	Momento de la intervención									
	Antes			Durante			Después			
N	57			54			59			
KMO	,842			,626			,751			
Sig. (p-valor)	,000			,000			,000			
VME	,50			,57			,52			
FC	,93			,95			,93			
Saturaciones de la matriz de componente rotada										
Factores extraídos	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3
% Varianza explicada	53,10	11,3	7,80	36,5	14,7	9,10	8,50	38,1	15,5	12,6
% Varianza acumulada	72,2			68,8				66,2		
Susto	-,450	,692	,227	-,298	,554	,029	-,094	-,042	,650	,455
Temor	-,499	,672	,275	-,240	,811	,170	,121	,023	,226	,896
Enojo	-,471	,774	,134	,003	,428	,184	,732	-,189	,889	,177
Tensión	-,162	,585	,613	-,103	,193	,875	,041	-,081	,127	,848
Frustración	-,383	,578	,522	-,192	,765	,417	,078	-,384	,617	,241
Aburrimiento	-,127	-,087	,878	-,245	-,014	-,008	,887	-,440	,378	,469
Rechazo	-,508	,505	,306	-,017	,872	-,131	,237	-,039	,896	-,042
Entusiasmo	,825	-,189	-,229	,822	-,119	,263	-,054	,813	,012	-,068
Satisfacción	,794	-,239	-,251	,824	-,235	-,200	-,185	,841	-,001	-,114
Interés	,785	,040	-,395	,670	-,099	-,189	-,170	,796	-,100	-,039
Aceptación	,836	-,193	-,063	,800	-,169	-,091	-,041	,688	-,401	-,098
Tranquilidad	,416	-,305	-,566	,575	-,095	-,546	-,066	,427	,103	-,780
Bienestar	,503	-,310	-,582	,774	-,177	-,105	-,041	,639	-,301	-,255
Asombro	,255	,681	-,144	,428	-,087	,358	,211	,250	-,121	,087

Nota: Fuente: Elaboración propia.

- **Clima de aula**

En la tabla V.41 se exponen los resultados del Análisis Factorial Exploratorio para el *clima de aula* en los momentos *antes*, *durante* y *después* de la intervención. Para el inicio y el final se reportaron buenos índices KMO y para el intermedio se obtuvo un índice considerado razonable. Además, se aprecia que son significativos ($p=,000$), por lo que existen suficientes correlaciones entre las variables.

Antes de la intervención se establecen tres factores denominados *temor*, *entusiasmo* y *asombro* que son explicados por 69,9% de la varianza. *Temor* (,919) correlaciona positivamente con *enojo* (,849), *frustración* (,829) y *susto* (,846).

De manera similar, *entusiasmo* (,822) está correlacionado de manera positiva con *interés* (,810) y *tranquilidad* (,777). Por su parte, *asombro* (,905) no presenta correlaciones suficientes con las demás variables de su conjunto matricial.

Durante la indagación, con una varianza total del 67,6% se identificaron tres factores comunes: *interés* (,872), *susto* (,882) y *enojo* (,853). Así, *interés* (,872) correlaciona con emociones positivas como *satisfacción* (,866), *entusiasmo* (,861) y *bienestar* (,760). Por su parte, se establece una correlación positiva entre *susto* (,882) y *frustración* (,865). Finalmente, el *enojo* (,853) está correlacionado con el *temor* (,719), pero tal relación no es significativa porque la carga factorial del *temor* es menor que la saturación equivalente a ,75 para un tamaño de muestra de 50 a 60 sujetos.

Tabla V.41

Análisis Factorial Exploratorio de las emociones de los estudiantes hacia el clima de aula en función del momento de la intervención

	Momento de la intervención								
	Antes			Durante			Después		
N	57			54			59		
KMO	,862			,776			,829		
Sig. (p-valor)	,000			,000			,000		
VME	,58			,60			,57		
FC	,95			,95			,95		
Saturaciones de la matriz de componente rotada									
Factores extraídos	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
% Varianza explicada	48,2	14,2	7,50	37,00	21,7	8,90	44,2	18,3	7,40
% Varianza acumulada	69,9			67,6			69,9		
Susto	,846	-,071	-,068	-,011	,882	-,105	,088	,784	-,366
Entusiasmo	-,217	,822	-,035	,861	,045	-,002	,793	-,028	,414
Temor	,919	-,145	-,030	-,010	,464	,719	-,162	,822	,034
Satisfacción	-,446	,681	,133	,866	,183	-,139	,865	-,111	,259
Enojo	,849	-,264	,122	-,076	,116	,853	-,050	,881	,045
Interés	-,043	,810	,267	,872	-,189	,027	,745	-,185	,320
Tensión	,583	-,365	-,078	-,085	,722	,145	-,250	,628	-,111
Aceptación	-,317	,614	,464	,722	,141	-,318	,826	-,171	,060
Frustración	,829	-,268	,086	-,059	,865	,254	-,313	,806	,128
Tranquilidad	-,167	,777	,038	,727	-,470	,053	,802	-,050	-,021
Aburrimiento	,435	-,443	-,365	-,425	,326	,074	-,609	,421	,209
Bienestar	-,358	,736	-,133	,760	-,317	-,107	,697	-,396	,091
Rechazo	,645	-,469	,014	-,093	,686	,305	-,516	,545	,283
Asombro	,138	,042	,905	,724	-,067	,112	,336	-,012	,790

Nota: Fuente: Elaboración propia.

V.3.2. Análisis intergrupo en función del momento de la intervención

Para comprobar si existían diferencias estadísticamente significativas en la puntuación de cada una de las catorce variables (emociones positivas y emociones negativas) respecto a cada dimensión (asignatura, contenidos científicos, metodología indagatoria, profesora y clima de aula) y en función del momento (antes, durante y después), se realizó un análisis intergrupo para tres muestras independientes (N=162) mediante la prueba no paramétrica H de Kruskal-Wallis.

Esta prueba incluye el análisis Chi-cuadrado con dos grados de libertad al nivel de significación $p=,05$ (IC=95,0%). El análisis se realizó sobre las puntuaciones de 162 casos; es decir, se homogenizó la muestra considerando 54 casos para cada momento, cuyo criterio de homogenización se basó en el sexo (igual proporción de varones y mujeres).

Esta prueba es una extensión de la U de Mann-Whitney y es específica para comparar tres grupos independientes; es decir, permite conocer si existen diferencias en las distribuciones de las variables en estudio de dichos grupos. Esta prueba es el equivalente no paramétrico de la prueba ANOVA de un factor y asume que las observaciones son independientes dentro de cada grupo y entre los grupos (Gómez-Gómez, Danglot-Blanck y Vega-Franco, 2003).

Para cada emoción se planteó la hipótesis nula y alternativa correspondiente:

- H_0 = La mediana en los tres grupos de cada variable de contraste es la misma. Es decir, las tres medianas son todas iguales.
- H_1 = La mediana de los tres grupos es diferente. En otras palabras, al menos una de las medianas es distinta.

En la tabla V.42 se incluye el estadístico H denominado Kruskal-Wallis Chi-cuadrado, las significaciones y el coeficiente épsilon al cuadrado (E^2_R) o eta-cuadrado utilizado como estimador más medido de tamaño del efecto (Ventura-León, 2017).

Los resultados indican que existían diferencias significativas en las siguientes emociones negativas experimentadas por los estudiantes respecto a la *asignatura*: *susto* ($p=,001$), *temor* ($p=,001$), *enojo* ($p=,010$), *tensión* ($p=,008$), *frustración* ($p=,000$), *aburrimiento* ($p=,000$) y *rechazo* ($p=,003$) y en emociones positivas como *entusiasmo* ($p=,000$), *satisfacción* ($p=,000$), *interés* ($p=,006$), *aceptación* ($p=,041$), *tranquilidad* ($p=,000$), *bienestar* ($p=,000$) y *asombro* ($p=,013$). En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula de contraste general, lo cual permite demostrar que existen diferencias en al menos una de las medianas del grupo.

Respecto a los *contenidos científicos*, se aceptó la hipótesis alternativa para las siguientes emociones negativas: *susto* ($p=,014$), *temor* ($p=,004$), *tensión* ($p=,013$), *frustración* ($p=,021$) y *aburrimiento* ($p=,013$) y para emociones positivas como *satisfacción* ($p=,002$), *tranquilidad* ($p=,002$), *bienestar* ($p=,001$) y *asombro* ($p=,131$).

De manera similar, en relación con la *metodología indagatoria* se hallaron diferencias significativas para emociones negativas como *susto* ($p=,000$), *temor* ($p=,000$), *tensión* ($p=,007$), *frustración* ($p=,050$) y *aburrimiento* ($p=,000$) y para emociones positivas como *entusiasmo* ($p=,000$), *satisfacción* ($p=,000$), *interés* ($p=,001$), *aceptación* ($p=,000$), *tranquilidad* ($p=,019$), *bienestar* ($p=,000$) y *asombro* ($p=,001$).

Hacia la *profesora*, se hallaron diferencias significativas entre los tres momentos para las emociones negativas: *temor* ($p=,007$), *tensión* ($p=,021$), *frustración* ($p=,008$), *aburrimiento* ($p=,000$), *rechazo* ($p=,002$) y para las emociones positivas: *entusiasmo* ($p=,000$), *satisfacción* ($p=,000$), *interés* ($p=,000$), *aceptación* ($p=,042$), *tranquilidad* ($p=,000$), *bienestar* ($p=,000$) y *asombro* ($p=,002$).

Por su parte, se determinó que existían diferencias estadísticas significativas para las emociones negativas respecto al *clima de aula*: *susto* ($p=,011$), *temor* ($p=,049$), *enojo* ($p=,039$), *tensión* ($p=,014$), *frustración* ($p=,020$) y *aburrimiento* ($p=,000$). También, se hallaron diferencias significativas para las emociones positivas como *entusiasmo* ($p=,026$), *satisfacción* ($p=,004$), *aceptación* ($p=,042$), *tranquilidad* ($p=,005$), *bienestar* ($p=,021$) y *asombro* ($p=,030$).

En cuanto a las magnitudes resultantes del coeficiente eta-cuadrado se obtuvo valores bajos en cada variable y dimensión debido a que los datos provienen de una muestra reducida y, en consecuencia, el tamaño del efecto se interpreta como pequeño.

Tabla V.42

Prueba no paramétrica H de Kruskal Wallis para tres muestras no relacionadas en función del momento de la intervención y la dimensión de análisis

Variable	Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I			Contenidos científicos			Metodología indagatoria			Profesora			Clima de aula		
	χ^2	p	E^2_R	χ^2	p	E^2_R	χ^2	p	E^2_R	χ^2	p	E^2_R	χ^2	p	E^2_R
Susto	14,5	,001*	,09	8,59	,014*	,05	18,9	,000*	,12	4,03	,133	,03	8,99	,011*	,06
Temor	15,0	,001*	,09	11,3	,004*	,07	23,5	,000*	,15	9,79	,007*	,06	6,04	,049*	,04
Enojo	9,30	,010*	,06	3,95	,139	,02	4,40	,111	,03	4,43	,109	,03	6,49	,039*	,04
Tensión	9,63	,008*	,06	8,72	,013*	,05	9,89	,007*	,06	7,70	,021*	,05	8,54	,014*	,05
Frustración	23,3	,000*	,14	7,70	,021*	,05	6,01	,050*	,04	9,57	,008*	,06	7,83	,020*	,05
Aburrimiento	30,5	,000*	,19	8,74	,013*	,05	25,2	,000*	,16	16,4	,000*	,10	15,4	,000*	,10
Rechazo	11,4	,003*	,07	4,64	,098	,03	4,80	,091	,03	12,2	,002*	,08	5,86	,053	,04
Entusiasmo	23,6	,000*	,15	1,30	,526	,01	21,7	,000*	,13	28,2	,000*	,18	7,28	,026*	,05
Satisfacción	36,5	,000*	,23	12,9	,002*	,08	28,3	,000*	,18	26,6	,000*	,17	10,9	,004*	,07
Interés	10,3	,006*	,06	5,86	,053	,04	13,1	,001*	,08	17,5	,000*	,11	5,15	,076	,03
Aceptación	6,41	,041*	,04	5,41	,067	,03	19,3	,000*	,12	6,35	,042*	,04	6,34	,042*	,04
Tranquilidad	23,9	,000*	,15	12,9	,002*	,08	7,89	,019*	,05	19,9	,000*	,12	10,4	,005*	,06
Bienestar	29,3	,000*	,18	14,4	,001*	,09	18,7	,000*	,12	17,6	,000*	,11	7,74	,021*	,05
Asombro	8,65	,013*	,05	4,07	,131*	,03	13,9	,001*	,09	12,2	,002*	,08	7,00	,030*	,04

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

- **Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I**

En términos más específicos, para conocer en qué grupos se establecen las diferencias en concreto sobre las emociones hacia la asignatura, se realizaron las pruebas *post hoc* que permitieron comparar las parejas de momentos. En este sentido, se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney de una cola para dos muestras no relacionadas. En la tabla V.43 se muestran los valores Chi-cuadrado, la significación para cada variable ($p=,05$ al 95,0% de confianza) y el tamaño del efecto a partir de $N=108$ participantes, dado que se compararon pares de momentos.

Para el par de momentos *antes-durante*, se hallaron diferencias estadísticamente significativas para *susto* ($p=,001$; $\beta=,50$; $P=99,5\%$; $TE=,33$), *temor* ($p=,000$; $\beta=,30$; $P=99,7\%$; $TE=,31$), *enojo* ($p=,008$; $\beta=3,90$; $P=96,1\%$; $TE=,37$), *tensión* ($p=,007$; $\beta=6,20$; $P=93,8\%$; $TE=,34$), *frustración* ($p=,000$; $\beta=,10$; $P=99,9\%$; $TE=,27$), *aburrimiento* ($p=,000$; $\beta=,10$; $P=99,9\%$; $TE=,27$) y *rechazo* ($p=,003$; $\beta=3,90$; $P=96,1\%$; $TE=,36$), con tamaños de efecto pequeños. Asimismo, se aprecia que para ese conjunto de variables las potencias estadísticas son superiores a 96,0% lo cual permite el rechazo de las hipótesis nulas y la aceptación de las hipótesis alternas. En este sentido, las probabilidades de cometer errores Tipo II son muy escasas dado que β asumió valores que se ubican entre ,10 y 6,20.

De manera similar ocurre para emociones positivas como *entusiasmo* ($p=,001$; $\beta=,80$; $P=99,2\%$; $TE=,69$), *interés* ($p=,033$; $\beta=12,6$; $P=87,4\%$; $TE=,64$), *tranquilidad* ($p=,000$; $\beta=,00$; $P=100\%$; $TE=,75$) y *asombro* ($p=,017$; $\beta=16,6$; $P=83,4\%$; $TE=,65$) con valores medianos de tamaño del efecto, así como *satisfacción* ($p=,000$; $\beta=,00$; $P=100\%$; $TE=,79$) y *bienestar* ($p=,000$; $\beta=,00$; $P=100\%$; $TE=,78$), cuyos tamaños del efecto se interpretan como grandes. Estos resultados son significativos y permiten establecer como verdaderas las hipótesis de investigación dado que las potencias son $\geq 83,4\%$, por tanto, la probabilidad de no cometer un error Tipo II es alta.

Por su parte, entre los momentos *antes* y *después* de la intervención se hallaron diferencias significativas en emociones negativas como *frustración* ($p=,011$; $\beta=10,6$; $P=89,4\%$; $TE=,36$) y *aburrimiento* ($p=,000$; $\beta=,00$; $P=100\%$; $TE=,26$). En ambas variables los tamaños del efecto son pequeños pero las potencias son altas. En el caso particular del *aburrimiento*, la probabilidad de cometer un error Tipo II es nula. En cuanto a las emociones positivas como *entusiasmo* ($p=,000$; $\beta=,10$; $P=99,9\%$; $TE=,73$), *satisfacción* ($p=,000$; $\beta=,00$; $P=100\%$; $TE=,74$), *interés* ($p=,009$; $\beta=5,10$; $P=94,9\%$; $TE=,65$) y *bienestar* ($p=,010$; $\beta=5,40$; $P=94,6\%$; $TE=,65$) los tamaños del efecto son considerados medianos y grandes, por su parte, las potencias estadísticas son muy altas.

Con menor frecuencia, se hallaron diferencias en el par de momentos *durante-después* para *susto* ($p=,024$; $\beta=5,20$; $P=94,8\%$; $TE=,63$), *tranquilidad* ($p=,024$; $\beta=14,0$; $P=86,0\%$; $TE=,35$) y *bienestar* ($p=,024$; $\beta=14,4$; $P=85,6\%$; $TE=,37$), cuyas potencias son altas y tamaños de efecto pequeños.

Tabla V.43

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I en función de los momentos de la intervención

Variable	Muestra 1-Muestra 2	χ^2	U	p	β	P	TE
Susto	Antes-Durante	28,9	953	,001*	,50	99,5	,33
	Antes-Después	8,12	1296,5	,899	56,3	43,7	,44
	Durante-Después	-20,8	1847,5	,024*	5,20	94,8	,63
Temor	Antes-Durante	31,2	906	,000*	,30	99,7	,31
	Antes-Después	16,3	1156,5	,129	25,6	74,4	,40
	Durante-Después	-14,9	1734,5	,193	27,8	72,2	,59
Enojo	Antes-Durante	20,7	1093	,008*	3,90	96,1	,37
	Antes-Después	13,3	1212	,160	19,2	80,8	,42
	Durante-Después	-7,41	1598,5	,843	61,8	38,2	,55
Tensión	Antes-Durante	25,7	996,5	,007*	6,20	93,8	,34
	Antes-Después	17,2	1147	,124	27,9	72,1	,39
	Durante-Después	-8,49	1612	,943	73,3	26,7	,55
Frustración	Antes-Durante	37,2	799,5	,000*	,10	99,9	,27
	Antes-Después	22,5	1042,5	,011*	10,6	89,4	,36
	Durante-Después	-14,7	1732	,176	33,9	66,1	,59
Aburrimiento	Antes-Durante	37,9	781,5	,000*	,10	99,9	,27
	Antes-Después	39,2	745,5	,000*	0,00	100	,26
	Durante-Después	1,26	1442	1,00	90,5	9,5	,49
Rechazo	Antes-Durante	22,2	1058	,003*	3,90	96,1	,36
	Antes-Después	15,7	1176,5	,060	29,6	70,4	,40
	Durante-Después	-6,51	1574,5	1,00	62,6	37,4	,54
Entusiasmo	Antes-Durante	-30,1	2002	,001*	,80	99,2	,69
	Antes-Después	-36,8	2118	,000*	,10	99,9	,73
	Durante-Después	-6,67	1580	1,00	74,8	25,2	,54
Satisfacción	Antes-Durante	-48,8	2294,5	,000*	0,00	100	,79
	Antes-Después	-37,3	2170,5	,000*	0,00	100	,74
	Durante-Después	11,5	1210	,522	54,7	45,3	,41
Interés	Antes-Durante	-20,6	1830,5	,033*	12,6	87,4	,63
	Antes-Después	-24,1	1891	,009*	5,10	94,9	,65
	Durante-Después	-3,47	1521,5	1,00	86,8	13,2	,52
Aceptación	Antes-Durante	-18,8	1797,5	,072	20,2	79,8	,62
	Antes-Después	-17,7	1776	,101	24,8	75,2	,61
	Durante-Después	1,08	1439,5	1,00	93,3	6,70	,49
Tranquilidad	Antes-Durante	-42,1	2190,5	,000*	0,00	100	,75
	Antes-Después	-19,5	1834	,070	17,6	82,4	,63
	Durante-Después	22,6	1026,5	,026*	14,0	86,0	,35
Bienestar	Antes-Durante	-45,2	2268	,000*	0,00	100	,78
	Antes-Después	-24,4	1900,5	,010*	5,40	94,6	,65
	Durante-Después	20,8	1081,5	,039*	14,4	85,6	,37
Asombro	Antes-Durante	-24,3	1896,5	,017*	16,6	83,4	,65
	Antes-Después	-19,6	1808,5	,076	30,7	69,3	,62
	Durante-Después	4,72	1374,5	1,00	88,0	12,0	,47

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

Las emociones negativas como *susto* ($Mdn=93,8$), *temor* ($Mdn=97,3$), *enojo* ($Mdn=92,8$), *tensión* ($Mdn=95,8$), *frustración* ($Mdn=101,4$), *aburrimiento* ($Mdn=107,2$) y *rechazo* ($Mdn=94,1$) presentaron diferencias estadísticas favorables al momento *antes*, ya que presentaron las intensidades medianas más altas en comparación con *durante* y *después*. De manera similar, emociones positivas como *satisfacción* ($Mdn=101,6$), *tranquilidad* ($Mdn=103,1$), *bienestar* ($Mdn=103,5$) y *asombro* ($Mdn=91,2$) presentaron diferencias a favor del momento *durante*.

Finalmente, *entusiasmo* ($Mdn=95,98$) e *interés* ($Mdn=90,69$) favorecen las diferencias para el momento *después* de la intervención.

- **Contenidos científicos**

En relación con los *contenidos científicos* (ver tabla V.44 más adelante), en primer lugar se aprecia que para el par de momentos *antes-durante*, se hallaron diferencias estadísticamente significativas para emociones negativas como *susto* ($p=,010$; $\beta=8,60$; $P=91,4\%$; $TE=,36$), *temor* ($p=,002$; $\beta=1,00$; $P=99,0\%$; $TE=,34$), *tensión* ($p=,009$; $\beta=5,10$; $P=94,9\%$; $TE=,35$) y *frustración* ($p=,018$; $\beta=14,7$; $P=85,3\%$; $TE=,37$) con pequeño tamaño de efecto y altas potencias estadísticas que permiten rechazar la posible influencia de los errores Tipo II. Por su parte, emociones positivas como *satisfacción* ($p=,002$; $\beta=2,40$; $P=97,6\%$; $TE=,67$), *tranquilidad* ($p=,001$; $\beta=,07$; $P=99,3\%$; $TE=,69$) y *bienestar* ($p=,000$; $\beta=,06$; $P=99,4\%$; $TE=,70$) registraron grandes tamaños de efecto y potencias estadísticas elevadas.

En segundo lugar, entre los momentos *antes* y *después* se aprecian diferencias estadísticas significativas para *aburrimiento* ($p=,010$; $\beta=3,90$; $P=96,9\%$; $TE=,36$) y *satisfacción* ($p=,020$; $\beta=9,50$; $P=90,5\%$; $TE=,64$), cuyas potencias son altas y cuyo tamaño del efecto es pequeño y mediano respectivamente. Finalmente, para el par de momentos *durante-después* no existen diferencias estadísticas significativas entre las correspondientes medianas de cada emoción, por lo cual se acepta la hipótesis nula.

Las emociones negativas como *susto* ($Mdn=93,4$), *temor* ($Mdn=94,7$), *tensión* ($Mdn=93,8$), *frustración* y *aburrimiento* ($Mdn=93,7$), favorecen las diferencias significativas para el momento previo debido a su mayor intensidad mediana, a diferencia de los momentos *durante* y *después*. Por su parte, emociones positivas como *satisfacción* ($Mdn=92,7$), *tranquilidad* ($Mdn=96,7$) y *bienestar* ($Mdn=98,3$) están a favor del momento *durante* la intervención. No obstante, ninguna emoción contribuyó a diferencias significativas favorables para el momento posterior.

- **Metodología indagatoria**

Con respecto a la *metodología indagatoria* (ver tabla V.45 más adelante) se aprecia que para el par de momentos *antes-durante* se determinaron diferencias estadísticamente significativas para emociones negativas como *susto* ($p=,000$; $\beta=,90$; $P=99,1\%$; $TE=,29$), *temor* ($p=,000$; $\beta=,10$; $P=99,9\%$; $TE=,28$), *tensión* ($p=,005$; $\beta=10,8$; $P=89,2\%$; $TE=,35$) y *aburrimiento* ($p=,000$; $\beta=,07$; $P=99,3\%$; $TE=,29$). En todas las variables se aprecia que las potencias registraron valores altos por lo cual se aceptan las hipótesis de investigación. En consecuencia, las probabilidades de cometer errores Tipo II son mínimas y los tamaños de efecto son pequeños.

Tabla V.44

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia los contenidos científicos en función de los momentos de la intervención

Variable	Muestra 1-Muestra 2	χ^2	U	p	β	P	TE
Susto	Antes-Durante	23,3	1051,0	,010*	8,60	91,4	,36
	Antes-Después	12,3	1224,0	,372	39,0	61,0	,42
	Durante-Después	-11,1	1671,0	,492	66,7	33,3	,57
Temor	Antes-Durante	26,6	1000,0	,002*	1,00	99,0	,34
	Antes-Después	13,1	1202,0	,295	23,1	76,9	,41
	Durante-Después	-13,5	1721,5	,264	37,9	62,1	,59
Enojo	Antes-Durante	-	1212,0	-	23,8	76,2	,42
	Antes-Después	-	1398,5	-	84,3	15,7	,48
	Durante-Después	-	1645,0	-	42,0	58,0	,56
Tensión	Antes-Durante	24,	1028,0	,009*	5,10	94,9	,35
	Antes-Después	12,4	1226,5	,397	46,4	53,6	,42
	Durante-Después	-11,9	1681,0	,443	50,7	49,3	,58
Frustración	Antes-Durante	21,7	1072,5	,018*	14,7	85,3	,37
	Antes-Después	13,0	1218,5	,295	41,4	58,6	,42
	Durante-Después	-8,68	1619,5	,810	75,9	24,1	,56
Aburrimiento	Antes-Durante	13,7	1216,0	,233	48,1	51,9	,42
	Antes-Después	22,8	1041,5	,010*	3,90	96,9	,36
	Durante-Después	9,12	1299,0	,723	46,9	53,1	,44
Rechazo	Antes-Durante	-	1192,0	-	26,4	73,6	,41
	Antes-Después	-	1253,0	-	59,3	40,7	,43
	Durante-Después	-	1517,0	-	81,8	18,2	,52
Entusiasmo	Antes-Durante	-	1622,0	-	60,3	39,7	,56
	Antes-Después	-	1538,5	-	76,8	23,2	,53
	Durante-Después	-	1372,5	-	86,5	13,5	,47
Satisfacción	Antes-Durante	-27,9	1954,5	,002*	2,40	97,6	,67
	Antes-Después	-22,3	1865,0	,020*	9,50	90,5	,64
	Durante-Después	5,66	1350,0	1,000	79,6	20,4	,46
Interés	Antes-Durante	-	1805,5	-	14,2	85,8	,62
	Antes-Después	-	1656,5	-	50,7	49,3	,57
	Durante-Después	-	1311,5	-	68,5	31,5	,45
Aceptación	Antes-Durante	-	1803,0	-	23,3	76,7	,62
	Antes-Después	-	1671,0	-	60,1	39,9	,57
	Durante-Después	-	1317,5	-	74,8	25,2	,45
Tranquilidad	Antes-Durante	-30,7	2017,0	,001*	,07	99,3	,69
	Antes-Después	-15,9	1739,0	,192	46,0	54,0	,60
	Durante-Después	14,9	1195,5	,249	35,0	65,0	,41
Bienestar	Antes-Durante	-31,7	2033,0	,000*	,06	99,4	,70
	Antes-Después	-12,9	1687,5	,371	54,9	45,1	,58
	Durante-Después	18,8	1124,0	,077	20,8	79,2	,39
Asombro	Antes-Durante	-	1525,5	-	89,8	10,2	,52
	Antes-Después	-	1762,0	-	39	61,0	,60
	Durante-Después	-	1687,5	-	57,1	42,9	,58

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

Para ese par de momentos, en lo que refiere a emociones positivas como *entusiasmo* ($p = ,000$; $\beta = ,20$; $P = 99,8\%$; $TE = ,72$), *satisfacción* ($p = ,000$; $\beta = ,20$; $P = 99,8\%$; $TE = ,74$), *interés* ($p = ,001$; $\beta = 1,80$; $P = 98,2\%$; $TE = ,68$), *aceptación* ($p = ,000$; $\beta = ,20$; $P = 99,8\%$; $TE = ,72$), *tranquilidad* ($p = ,029$; $\beta = 17,2$; $P = 82,8\%$; $TE = ,64$), *bienestar* ($p = ,000$; $\beta = ,20$; $P = 99,8\%$; $TE = ,71$) y *asombro* ($p = ,000$; $\beta = 3,10$; $P = 96,9\%$; $TE = ,69$), los resultados indican que las potencias estadísticas son muy altas, las probabilidades β apenas apreciables y los tamaños del efecto son medianos y altos.

Tabla V.45

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la metodología indagatoria en función de los momentos de la intervención

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

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

Acerca del par de momentos *antes-durante* se determinaron diferencias estadísticamente significativas para emociones negativas como *susto* ($p = ,000$; $\beta = ,90$; $P = 99,1\%$; $TE = ,29$), *temor* ($p = ,000$; $\beta = ,10$; $P = 99,9\%$; $TE = ,28$), *tensión* ($p = ,005$; $\beta = 10,8$; $P = 89,2\%$; $TE = ,35$) y *aburrimiento* ($p = ,000$; $\beta = ,07$; $P = 99,3\%$; $TE = ,29$) y emociones positivas como *entusiasmo* ($p = ,000$; $\beta = ,20$; $P = 99,8\%$; $TE = ,72$), *satisfacción* ($p = ,000$; $\beta = ,20$; $P = 99,8\%$; $TE = ,74$), *interés* ($p = ,001$; $\beta = 1,80$; $P = 98,2\%$; $TE = ,68$), *aceptación* ($p = ,000$; $\beta = ,20$; $P = 99,8\%$; $TE = ,72$), *tranquilidad* ($p = ,029$; $\beta = 17,2$;

$P=82,8\%$; $TE=,64$), *bienestar* ($p=,000$; $\beta=,20$; $P=99,8\%$; $TE=,71$) y *asombro* ($p=,000$; $\beta=3,10$; $P=96,9\%$; $TE=,69$). En todas esas variables la probabilidad de no cometer un error Tipo II es muy alta y los tamaños del efecto son pequeños para las emociones negativas y medianos y altos para las emociones positivas.

En cuanto al par de momentos *antes-después* hallamos diferencias significativas para *susto* ($p=,043$; $\beta=19,6$; $P=80,4\%$; $TE=,38$), *temor* ($p=,001$; $\beta=1,00$; $P=99,0\%$; $TE=,32$), *aburrimiento* ($p=,000$; $\beta=,40$; $P=99,6\%$; $TE=,30$), *entusiasmo* ($p=,000$; $\beta=,60$; $P=99,4\%$; $TE=,71$), *satisfacción* ($p=,000$; $\beta=,00$; $P=100\%$; $TE=,75$), *interés* ($p=,040$; $\beta=20,5$; $P=79,5\%$; $TE=,63$), *aceptación* ($p=,002$; $\beta=5,30$; $P=94,7\%$; $TE=,67$), *bienestar* ($p=,002$; $\beta=3,10$; $P=96,9\%$; $TE=,68$) y *asombro* ($p=,002$; $\beta=11,5$; $P=88,5\%$; $TE=,65$). Respecto al par de momentos *durante-después* no se hallan diferencias significativas en ninguna de las emociones. Por otra parte, las siguientes emociones negativas presentan las intensidades medianas de mayor magnitud y son favorables para el momento *antes* de la intervención: *susto* ($Mdn=99,17$), *temor* ($Mdn=103,39$), *tensión* ($Mdn=93,61$), *frustración* ($Mdn=91,88$) y *aburrimiento* ($Mdn=103,38$).

Por lo que se refiere al momento *durante* la intervención, las siguientes emociones le favorecen tales diferencias estadísticas: *entusiasmo* ($Mdn=93,62$), *satisfacción* ($Mdn=94,58$), *interés* ($Mdn=94,07$), *aceptación* ($Mdn=95,14$), *tranquilidad* ($Mdn=89,93$), y *bienestar* ($Mdn=94,78$). Finalmente, ninguna emoción contribuye a diferencias estadísticas significativas correspondientes al momento *después*.

- **Profesora**

En relación con la profesora (ver tabla V.46), para el par de momentos *antes-durante* se determinaron diferencias significativas para las emociones negativas como *temor* ($p=,008$; $\beta=5,50$; $P=94,5\%$; $TE=,38$), *frustración* ($p=,030$; $\beta=19,3$; $P=80,7\%$; $TE=,39$), *aburrimiento* ($p=,006$; $\beta=7,20$; $P=92,8\%$; $TE=,37$) y *rechazo* ($p=,003$; $\beta=4,60$; $P=95,4\%$; $TE=,003$). En estas variables las potencias son altas y los tamaños del efecto son pequeños. Para ese par de momentos, emociones positivas como *entusiasmo* ($p=,000$; $\beta=,00$; $P=100\%$; $TE=,75$), *satisfacción* ($p=,000$; $\beta=,10$; $P=99,9\%$; $TE=,72$), *interés* ($p=,000$; $\beta=,40$; $P=99,6\%$; $TE=,70$), *tranquilidad* ($p=,000$; $\beta=,10$; $P=99,9\%$; $TE=,72$), *bienestar* ($p=,006$; $\beta=1,60$; $P=98,4\%$; $TE=,68$) y *asombro* ($p=,004$; $\beta=6,20$; $P=93,8\%$; $TE=,68$) indican potencias elevadas y tamaños del efecto medianos y altos.

Sobre el par de momentos *antes-después* existían diferencias estadísticamente significativas para *aburrimiento* ($p=,000$; $\beta=,70$; $P=99,3\%$; $TE=,34$), *rechazo* ($p=,020$; $\beta=22,9$; $P=77,1\%$; $TE=,40$), *entusiasmo* ($p=,000$; $\beta=,20$; $P=99,8\%$; $TE=,73$), *satisfacción* ($p=,000$; $\beta=,00$; $P=100\%$; $TE=,73$), *interés* ($p=,005$; $\beta=2,60$; $P=97,4\%$; $TE=,66$), *tranquilidad* ($p=,003$; $\beta=2,10$; $P=97,9\%$; $TE=,67$), *bienestar* ($p=,000$; $\beta=1,10$; $P=98,9\%$; $TE=,69$) y *asombro* ($p=,016$; $\beta=15,2$; $P=84,8\%$; $TE=,65$), cuyas potencias estadísticas son altas y los tamaños del efecto para las emociones negativas son pequeños y para las emociones positivas son medianos y altos.

Tabla V.46

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la profesora en función de los momentos de la intervención

Variable	Muestra 1-Muestra 2	χ^2	U	p	β	P	TE
Susto	Antes-Durante	-	1220,0	-	21,8	78,2	,42
	Antes-Después	-	1351,0	-	80,2	19,8	,46
	Durante-Después	-	1585,0	-	49,8	50,2	,54
Temor	Antes-Durante	19,61	1105,5	,008*	5,50	94,5	,38
	Antes-Después	14,97	1188,0	,067	28,2	71,8	,41
	Durante-Después	-4,64	1542,0	1,000	69,6	30,4	,53
Enojo	Antes-Durante	-	1245,5	-	39,5	60,5	,43
	Antes-Después	-	1372,5	-	72,5	27,5	,47
	Durante-Después	-	1587,5	-	71,6	28,4	,54
Tensión	Antes-Durante	19,3	1113,0	,021	13,9	86,1	,38
	Antes-Después	13,71	1208,5	,167	42,6	57,4	,41
	Durante-Después	-5,60	1561,5	1,000	78,6	21,4	,54
Frustración	Antes-Durante	17,0	1151,0	,030*	19,3	80,7	,39
	Antes-Después	18,3	1129,0	,017	21,4	78,6	,39
	Durante-Después	1,33	1433,3	1,000	94,9	5,10	,49
Aburrimiento	Antes-Durante	21,1	1079,0	,006*	7,20	92,8	,37
	Antes-Después	25,9	991,0	,000*	,70	99,3	,34
	Durante-Después	4,89	1370,0	1,000	71,0	29,0	,47
Rechazo	Antes-Durante	18,8	18,75	,003*	4,60	95,4	,003
	Antes-Después	15,6	1177,5	,020*	22,9	77,1	,40
	Durante-Después	-3,14	1514,0	1,000	72,3	27,7	,52
Entusiasmo	Antes-Durante	-39,8	2176,5	,000*	0,00	100	,75
	Antes-Después	-37,4	2129,0	,000*	,20	99,8	,73
	Durante-Después	2,36	1418,0	1,000	88,5	11,5	,49
Satisfacción	Antes-Durante	-35,8	2103,0	,000*	,10	99,9	,72
	Antes-Después	-37,9	2140,0	,000*	0,00	100	,73
	Durante-Después	-2,07	1495,5	1,000	90,2	9,80	,51
Interés	Antes-Durante	-32,4	2031,0	,000*	,40	99,6	,70
	Antes-Después	-25,8	1933,5	,005*	2,60	97,4	,66
	Durante-Después	6,62	1328,0	1,000	79,6	20,4	,46
Aceptación	Antes-Durante	-16,8	1767,5	,125	24,8	75,2	,61
	Antes-Después	-19,0	1795,0	,064	23,1	76,9	,62
	Durante-Después	-2,21	1504,0	1,000	93,1	6,90	,52
Tranquilidad	Antes-Durante	-35,8	2090,0	,000*	,10	99,9	,72
	Antes-Después	-27,6	1968,0	,003*	2,10	97,9	,67
	Durante-Después	8,22	1297,0	,985	70,1	29,9	,44
Bienestar	Antes-Durante	21,1	1996,5	,006*	1,60	98,4	,68
	Antes-Después	25,9	2016,0	,000*	1,10	98,9	,69
	Durante-Después	4,88	1471,5	1,000	93,3	6,70	,50
Asombro	Antes-Durante	-28,3	1969,0	,004*	6,20	93,8	,68
	Antes-Después	-24,4	1896,5	,016*	15,2	84,8	,65
	Durante-Después	3,88	3,880	1,000	88,4	11,6	,001

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, entre los momentos *durante* y *después* no existen diferencias significativas en la intensidad de las emociones que los estudiantes experimentan hacia la profesora. Por lo que corresponde a diferencias estadísticas significativas favorables al momento *antes* de la intervención, se deriva de la contribución de las intensidades medianas de emociones negativas como *temor* ($Mdn=93,0$), *tensión* ($Mdn=92,5$), *frustración* ($Mdn=93,3$), *aburrimiento* ($Mdn=97,2$) y *rechazo* ($Mdn=92,9$).

Por su parte, el momento durante la intervención, le son favorables las diferencias estadísticas debidas a las intensidades medianas de las siguientes emociones: *entusiasmo* ($Mdn=95,55$), *satisfacción* ($Mdn=92,8$), *interés* ($Mdn=94,5$), *tranquilidad* ($Mdn=96,2$) y *asombro* ($Mdn=92,2$). Finalmente, aunque no existen diferencias significativas para el momento posterior a la intervención, se destaca *satisfacción* ($Mdn=94,8$) y *bienestar* ($Mdn=92,1$) por su alta intensidad mediana.

- **Clima de aula**

De manera semejante a las dimensiones anteriores, en la tabla V.47 se muestran los resultados para el *clima de aula*. Con respecto al par de momentos *antes-durante* existían diferencias estadísticamente significativas para *susto* ($p=,010$; $\beta=10,6$; $P=89,4\%$; $TE=,38$), *temor* ($p=,045$; $\beta=10,3$; $P=89,7\%$; $TE=,40$), *enojo* ($p=,049$; $\beta=25,9$; $P=74,1\%$; $TE=,40$), *tensión* ($p=,035$; $\beta=33,3$; $P=66,7\%$; $TE=,38$), *frustración* ($p=,015$; $\beta=8,40$; $P=91,6\%$; $TE=,38$) y *aburrimiento* ($p=,003$; $\beta=3,20$; $P=96,8\%$; $TE=,34$).

De manera similar ocurría para *entusiasmo* ($p=,026$; $\beta=9,00$; $P=91,0\%$; $TE=,64$), *satisfacción* ($p=,006$; $\beta=4,10$; $P=95,9\%$; $TE=,66$), *tranquilidad* ($p=,026$; $\beta=16,7$; $P=83,3\%$; $TE=,64$) y *bienestar* ($p=,029$; $\beta=12,5$; $P=87,5\%$; $TE=,64$). En todo ese conjunto las potencias estadísticas son altas, las probabilidades de realizar errores Tipo II son reducidas y los tamaños del efecto son pequeños para las emociones negativas y medianos para las emociones positivas.

Por otro lado, se reportaron diferencias significativas para el par de momentos *antes-después* en emociones como *tensión* ($p=,034$; $\beta=13,6$; $P=86,4\%$; $TE=,38$), *aburrimiento* ($p=,001$; $\beta=3,50$; $P=96,5\%$; $TE=,33$), *satisfacción* ($p=,034$; $\beta=9,00$; $P=91,0\%$; $TE=,63$) y *tranquilidad* ($p=,010$; $\beta=9,90$; $P=90,1\%$; $TE=,65$), con tamaños de efecto pequeños para las emociones negativas y moderados para las emociones positivas. Entre los momentos *durante* y *después* se comprobó que no existían diferencias significativas para ninguna de las emociones.

Por otra parte, las emociones que favorecían las diferencias significativas en el momento previo son las que reportan las medianas de mayor intensidad, tales como *susto* ($Mdn=92,0$), *temor* ($Mdn=89,1$), *enojo* ($Mdn=90,9$), *tensión* ($Mdn=94,5$), *frustración* ($Mdn=91,6$) y *aburrimiento* ($Mdn=99,5$).

De manera semejante, las emociones que favorecieron las diferencias estadísticas para el momento *durante* son: *entusiasmo* ($Mdn=91,1$), *satisfacción* ($Mdn=91,8$), *tranquilidad* ($Mdn=87,9$) y *bienestar* ($Mdn=89,9$). Finalmente, ninguna emoción estuvo a favor de diferencias significativas para el momento posterior.

Tabla V.47

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia el clima de clase en función de los momentos de la intervención

Variable	Muestra 1-Muestra 2	χ^2	U	p	β	P	TE
Susto	Antes-Durante	18,9	1119,5	,010*	10,6	89,4	,38
	Antes-Después	12,7	1229,0	,145	31,5	68,5	,42
	Durante-Después	-6,21	1571,0	,998	78,0	22,0	,54
Temor	Antes-Durante	15,6	1160,0	,045*	10,3	89,7	,40
	Antes-Después	6,22	1346,0	1,000	64,1	35,9	,46
	Durante-Después	-10,3	1644,0	,387	42,0	58,0	,56
Enojo	Antes-Durante	15,7	1176,5	,049*	25,9	74,1	,40
	Antes-Después	12,7	1227,5	,155	20,7	79,3	,42
	Durante-Después	-2,96	1512,5	1,000	93,9	6,10	,52
Tensión	Antes-Durante	19,4	1108,5	,035*	33,3	66,7	,38
	Antes-Después	19,5	1106,5	,034*	13,6	86,4	,38
	Durante-Después	,074	1457,0	1,000	85,9	14,1	,50
Frustración	Antes-Durante	19,8	1103,0	,015*	8,40	91,6	,38
	Antes-Después	10,3	1270,5	,436	32,3	67,7	,44
	Durante-Después	-9,51	1631,0	,539	69,9	30,1	,56
Aburrimiento	Antes-Durante	26,2	984,0	,003*	3,20	96,8	,34
	Antes-Después	27,7	962,0	,001*	3,50	96,5	,33
	Durante-Después	1,50	1428,5	1,000	93,4	6,60	,49
Rechazo	Antes-Durante	-	1150,0	-	-	-	,39
	Antes-Después	-	1249,0	-	-	-	,43
	Durante-Después	-	1563,5	-	-	-	,54
Entusiasmo	Antes-Durante	-22,3	1867,0	,026*	9,00	91,0	,64
	Antes-Después	-15,9	1737,5	,185	35,3	64,7	,60
	Durante-Después	6,40	1350,0	1,000	79,6	20,4	,46
Satisfacción	Antes-Durante	-26,1	1926,0	,006*	4,10	95,9	,66
	Antes-Después	-21,5	1847,0	,034*	9,00	91,0	,63
	Durante-Después	4,70	1371,0	1,000	90,5	9,50	,47
Interés	Antes-Durante	-	1749,0	-	-	-	,60
	Antes-Después	-	1756,5	-	-	-	,60
	Durante-Después	-	1462,5	-	-	-	,50
Aceptación	Antes-Durante	-18,5	1795,0	,083	20,2	79,8	,62
	Antes-Después	-18,2	1781,0	,092	21,6	78,4	,61
	Durante-Después	,315	1456,5	1,000	93,4	6,60	,50
Tranquilidad	Antes-Durante	-22,0	1853,0	,026*	16,7	83,3	,64
	Antes-Después	-24,6	1903,0	,010*	9,90	90,1	,65
	Durante-Después	-2,66	1505,0	1,000	91,0	9,00	,52
Bienestar	Antes-Durante	-21,9	1859,0	,029*	12,5	87,5	,64
	Antes-Después	-18,5	1785,0	,088	13,9	86,1	,61
	Durante-Después	3,46	1401,5	1,000	95,0	5,00	,48
Asombro	Antes-Durante	-19,3	1793,5	,084	34,5	65,5	,62
	Antes-Después	-20,8	1844,0	,052	17,7	82,3	,63
	Durante-Después	-1,58	1475,5	1,000	89,2	10,8	,51

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

V.3.3. Análisis intergrupo en función del sexo

A continuación, se presentan los resultados del análisis intergrupo sobre la intensidad de las emociones que experimentaron 54 estudiantes (grupo T1) antes, durante y después de la intervención (N=162), considerando el sexo.

Dado que los datos no se ajustaban a una distribución normal, en este análisis se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney de una cola para dos muestras no relacionadas (emociones de varones y emociones de mujeres), con un grado de libertad, una significación del 5,00% y un intervalo de confianza del 95,0%.

- **Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I**

En cuanto a la *asignatura* (ver tabla V.48) los resultados indican que los varones experimentaron emociones negativas como *susto* ($Mdn=90,7$), *temor* ($Mdn=87,1$), *enojo* ($Mdn=93,7$), *tensión* ($Mdn=87,9$), *frustración* ($Mdn=87,7$), *aburrimiento* ($Mdn=85,2$) y *rechazo* ($Mdn=88,7$) de mayor intensidad en comparación con las mujeres. En los varones el *enojo* ($Mdn=93,7$) y el *susto* ($Mdn=90,7$) son las emociones más intensas, mientras que en las mujeres sobresalen el *aburrimiento* ($Mdn=79,6$) y el *temor* ($Mdn=78,7$).

Por otra parte, emociones positivas como *satisfacción* ($Mdn=83,4$), *aceptación* ($Mdn=85,9$), *tranquilidad* ($Mdn=87,9$) y *asombro* ($Mdn=87,3$) presentaron intensidades mayores en los varones a diferencia de las mujeres. No obstante, las mujeres experimentan con mayor intensidad *entusiasmo* ($Mdn=83,7$), *interés* ($Mdn=88,4$) y *bienestar* ($Mdn=84,4$).

Tabla V.48

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I en función del sexo

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=54) Rango promedio	Mujeres (n=108) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	90,7	76,9	2420,5	,042*	49,3	50,7	,42
	Temor	87,1	78,7	2611,5	,224	59,3	40,7	,45
	Enojo	93,7	75,4	2260,0	,002*	29,6	70,4	,39
	Tensión	87,9	78,3	2572,0	,191	52,6	47,4	,44
	Frustración	87,7	78,4	2583,5	,169	47,9	52,1	,44
	Aburrimiento	85,2	79,6	2715,5	,426	71,0	29,0	,47
	Rechazo	88,7	77,9	2526,0	,064	62,6	37,4	,43
Positivas	Entusiasmo	77,2	83,7	3149,0	,354	81,3	18,7	,54
	Satisfacción	83,4	80,5	2812,0	,693	91,6	8,40	,48
	Interés	67,6	88,4	3666,0	,003*	12,9	87,1	,63
	Aceptación	85,9	79,3	2679,0	,362	72,1	27,9	,46
	Tranquilidad	87,9	78,3	2568,5	,195	58,6	41,4	,44
	Bienestar	75,7	84,4	3228,0	,231	76,6	23,4	,55
	Asombro	87,3	78,6	2600,5	,248	66,4	33,6	,45

Nota: * $p < ,05$ Fuente: Elaboración propia.

En términos globales, los resultados indican que las emociones de mayor intensidad que sintieron los hombres hacia la asignatura son *susto* ($Mdn=90,7$) y *enojo* ($Mdn=93,7$) y las mujeres manifestaron en mayor medida *interés* ($Mdn=88,4$) y *bienestar* ($Mdn=84,4$). Además, se aprecian diferencias estadísticamente significativas en *susto* ($U=2420,5$; $p=,042$; $\beta=49,3$; $P=50,7\%$; $TE=,42$), a favor de los varones ($Mdn=90,7$); en *enojo* ($U=2260,0$; $p=,002$; $\beta=29,6$; $P=70,4\%$;

$TE=,39$), a favor de los hombres ($Mdn=93,7$) y en *interés* ($U=3666,0$, $p=,003$; $\beta=12,9$; $P=87,1\%$; $TE=,63$), siendo las diferencias favorables a las mujeres ($Mdn=88,4$). El tamaño del efecto para las variables *susto* y *enojo* es pequeño y el *interés* se aproxima a un mediano efecto. En cuanto al *susto* existe una alta probabilidad de cometer un error Tipo II.

- **Contenidos científicos**

En relación con las emociones positivas y negativas que declararon sentir varones y mujeres hacia los *contenidos científicos*, en la tabla V.49 se aprecia que, en los momentos antes, durante y después, los varones experimentaron emociones negativas de mayor intensidad tales como *susto* ($Mdn=87,3$), *temor* ($Mdn=85,6$), *enojo* ($Mdn=87,9$), *tensión* ($Mdn=85,8$), *frustración* ($Mdn=85,8$), *aburrimiento* ($Mdn=91,7$) y *rechazo* ($Mdn=89,2$); a diferencia de las mujeres que reportaron medias más bajas, una tendencia similar a las emociones manifestadas respecto a la *asignatura*.

En relación con las mujeres, se aprecia que experimentaron mayoritariamente emociones positivas en comparación con las emociones negativas. Así, las mujeres manifestaron a lo largo de la asignatura *entusiasmo* ($Mdn=86,4$), *interés* ($Mdn=86,8$), *aceptación* ($Mdn=82,2$), *bienestar* ($Mdn=82,3$) y *asombro* ($Mdn=83,2$) con una intensidad mayor que la sentida por los varones. En términos generales, *aburrimiento* ($Mdn=91,7$) y *rechazo* ($Mdn=89,2$) son las emociones de mayor intensidad experimentadas por los hombres e *interés* ($Mdn=86,8$) y *tranquilidad* ($Mdn=86,5$) son las emociones que manifestaron mayoritariamente las mujeres.

Tabla V.49

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia los contenidos científicos en función del sexo

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=54) Rango promedio	Mujeres (n=108) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	87,3	78,6	2605,0	,211	80,7	19,3	,45
	Temor	85,6	79,5	2695,5	,372	79,8	20,2	,46
	Enojo	87,9	78,3	2566,5	,119	66,3	33,7	,44
	Tensión	85,8	79,3	2682,0	,363	71,0	29,0	,46
	Frustración	85,8	79,4	2685,0	,347	83,3	16,7	,46
	Aburrimiento	91,7	76,4	2637,5	,024*	29,4	70,6	,45
	Rechazo	89,2	77,7	2500,0	,063	66,3	33,7	,43
Positivas	Entusiasmo	71,8	86,4	3442,5	,036*	39,1	60,9	,59
	Satisfacción	85,1	79,7	2719,5	,443	80,1	19,9	,47
	Interés	70,8	86,8	3493,0	,020*	33,0	67,0	,60
	Aceptación	80,0	82,2	2995,5	,761	94,1	5,90	,51
	Tranquilidad	86,5	79,0	2646,0	,313	74,0	26,0	,45
	Bienestar	79,8	82,3	3007,0	,729	94,5	5,50	,52
	Asombro	78,1	83,2	3101,5	,494	86,4	13,6	,53

Nota: * $p<,05$ Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que existen diferencias significativas en *aburrimiento* ($U=2637,5$; $p=,024$; $\beta=29,4$; $P=70,6\%$; $TE=,45$), a favor de los hombres ($Mdn=91,7$), *entusiasmo* ($U=3442,5$; $p=,036$;

$\beta=39,1$; $P=60,9\%$; $TE=,59$), cuyas diferencias son favorables a las mujeres e *interés* ($U=3493,0$; $p=,020$; $\beta=33$; $P=67\%$; $TE=,60$), a favor de las mujeres ($Mdn=86,24$). Para el *aburrimiento*, el tamaño del efecto se considera pequeño mientras que se obtuvieron tamaños del efecto medianos para *entusiasmo* e *interés*.

- **Metodología indagatoria**

En la tabla V.50 se evidencia que los varones experimentaron en promedio emociones negativas de mayor intensidad hacia la *metodología indagatoria* en contraste con las mujeres. De esta manera, se expresan *susto* ($Mdn=84,8$), *temor* ($Mdn=82,9$), *enojo* ($Mdn=86,5$), *tensión* ($Mdn=86,3$), *frustración* ($Mdn=94,5$), *aburrimiento* ($Mdn=87,8$) y *rechazo* ($Mdn=84,6$).

Además, los resultados indican que la intensidad con la que los hombres manifestaron emociones positivas hacia la *metodología indagatoria* es más fuerte en la mayoría de esas emociones a diferencia de las mujeres. Los varones experimentaron en mayor medida *satisfacción* ($Mdn=90,1$), *aceptación* ($Mdn=83,9$), *bienestar* ($Mdn=90,3$), *asombro* ($Mdn=90,9$) y las mujeres sintieron mayoritariamente *entusiasmo* ($Mdn=82,0$), *interés* ($Mdn=83,5$) y *tranquilidad* ($Mdn=81,8$).

Tabla V.50

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la metodología indagatoria en función del sexo

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=54) Rango promedio	Mujeres (n=108) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	84,8	79,8	2737,0	,462	73,4	26,6	,47
	Temor	82,9	80,7	2836,0	,747	82,6	17,4	,49
	Enojo	86,5	79,0	2648,0	,215	63,0	37,0	,45
	Tensión	86,3	79,1	2659,0	,312	63,9	36,1	,46
	Frustración	94,5	75,0	2216,5	,003*	14,2	85,8	,38
	Aburrimiento	87,8	78,3	2573,5	,147	50,3	49,7	,44
	Rechazo	84,5	79,9	2751,0	,424	71,2	28,8	,47
Positivas	Entusiasmo	80,4	82,0	2974,0	,826	94,2	5,80	,51
	Satisfacción	90,1	77,2	2452,5	,081	44,4	55,6	,42
	Interés	77,5	83,5	3130,0	,407	75,9	24,1	,54
	Aceptación	83,9	80,3	2786,5	,619	91,2	8,80	,48
	Tranquilidad	80,8	81,8	2953,0	,890	92,9	7,10	,51
	Bienestar	90,3	77,1	2438,5	,074	52,5	47,5	,42
	Asombro	90,9	76,8	2407,0	,063	35,3	64,7	,41

Nota: * $p<,05$ Fuente: Elaboración propia.

También, se aprecia que en términos globales los varones expresaron las emociones negativas y positivas de mayor intensidad, tales como *frustración* ($Mdn=94,5$), *asombro* ($Mdn=90,9$) y *bienestar* ($Mdn=90,3$) respectivamente. Para finalizar, hallamos diferencias estadísticas significativas solamente para la *frustración* ($U=2216,5$; $p=,003$; $\beta=14,2$; $P=85,8\%$; $TE=,38$) en provecho de los varones ($Mdn=94,5$), por tanto, el valor de la probabilidad de superioridad se aproxima a un pequeño efecto.

- **Profesora**

Como se aprecia en la tabla V.51, los resultados indican que los varones experimentaron todas las emociones negativas frente a la *profesora* con mayor intensidad a diferencia de las mujeres. En este sentido, se hallaron diferencias significativas entre sexos para *frustración* ($Mdn=90,05$; $U=2454,5$; $p=,025$; $\beta=,03$; $P=99,7\%$;) y *aburrimiento* ($Mdn=90,53$; $U=2428,5$; $p=,021$; $\beta=,00$; $P=100,0\%$;) las cuales son favorables a los hombres. Para ambas emociones los tamaños del efecto son pequeños y las probabilidades de cometer errores tipo II son prácticamente nulas.

Acerca de las emociones positivas, las mujeres experimentaron más de la mitad de las emociones positivas incluidas en el análisis con una intensidad más fuerte, por lo cual sobresalen el *entusiasmo* ($Mdn=84,4$), la *satisfacción* ($Mdn=82,5$), el *interés* ($Mdn=84,8$) y el *bienestar* ($Mdn=83,1$). En contraparte, son los varones quienes experimentaron con mayor intensidad *asombro* ($Mdn=92,06$), *tranquilidad* ($Mdn=88,1$) y *aceptación* ($Mdn=82,2$). Los resultados demuestran la existencia de diferencias significativas para el *asombro* ($Mdn=92,06$; $U=2345,5$; $p=,037$; $\beta=,00$; $P=100,0\%$; $TE=,40$), a favor de los varones y con pequeño efecto.

Tabla V.51

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia la profesora en función del sexo

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=54) Rango promedio	Mujeres (n=108) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	84,2	80,2	2771,0	,478	63,1	36,9	,48
	Temor	83,9	80,3	2786,0	,524	90,6	9,40	,48
	Enojo	82,1	81,2	2883,0	,852	70,6	29,4	,49
	Tensión	80,9	81,8	2945,0	,897	94,8	5,20	,50
	Frustración	90,1	77,2	2454,5	,025*	,03	99,7	,42
	Aburrimiento	90,5	76,9	2428,5	,021*	0,00	100	,42
	Rechazo	84,4	80,1	2759,5	,383	91,8	8,20	,47
Positivas	Entusiasmo	75,7	84,4	3230,0	,231	34,2	65,8	,55
	Satisfacción	79,6	82,5	3018,5	,691	86,5	13,5	,52
	Interés	74,8	84,8	3275,5	,160	7,40	92,6	,56
	Aceptación	82,2	81,2	2880,5	,891	80,5	19,5	,49
	Tranquilidad	88,1	78,2	2561,0	,176	26,5	73,5	,44
	Bienestar	78,4	83,1	3085,5	,517	55,5	44,5	,53
	Asombro	92,1	76,2	2345,5	,037*	0,00	100	,40

Nota: * $p<,05$ Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se aprecia que el *asombro* ($Mdn=92,1$), el *aburrimiento* ($Mdn=90,5$) y la *frustración* ($Mdn=90,1$) son las emociones que se expresan frente a la profesora con mayor intensidad entre el colectivo, considerando los tres momentos en los que se aplicaron los instrumentos.

- **Clima de aula**

De manera semejante a las cuatro dimensiones analizadas anteriormente, respecto al *clima de aula* (ver tabla V.52) son los varones quienes experimentan con mayor intensidad emociones negativas como *susto* ($Mdn=90,1$), *temor* ($Mdn=91,0$), *enojo* ($Mdn=90,3$), *tensión* ($Mdn=87,2$), *frustración* ($Mdn=93,9$), *aburrimiento* ($Mdn=85,9$) y *rechazo* ($Mdn=87,9$) en contraste con las mujeres.

Se presentan diferencias significativas a favor de los hombres para las siguientes emociones: *susto* ($U=2453,5$; $p=,021$; $\beta=36,1$; $P=63,9\%$; $TE=,42$), *temor* ($U=2400,5$; $p=,015$; $\beta=45,1$; $P=54,9\%$; $TE=,41$), *enojo* ($U=2439,0$; $p=,019$; $\beta=45,1$; $P=54,9\%$; $TE=,42$) y *frustración* ($U=2248,0$; $p=,002$; $\beta=18,1$; $P=81,9\%$; $TE=,39$). Como puede apreciarse, los tamaños del efecto para estas emociones son considerados pequeños.

Tabla V.52

Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia el clima de aula en función del sexo

Tipo de emoción	Emoción	Varones (n=54) Rango promedio	Mujeres (n=108) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Negativas	Susto	90,1	77,2	2453,5	,021*	36,1	63,9	,42
	Temor	91,1	76,7	2400,5	,015*	45,1	54,9	,41
	Enojo	90,3	77,1	2439,0	,019*	45,1	54,9	,42
	Tensión	87,2	78,7	2610,5	,203	63,6	36,4	,45
	Frustración	93,9	75,3	2248,0	,002*	18,1	81,9	,39
	Aburrimiento	85,9	79,3	2680,0	,340	82,3	17,7	,46
	Rechazo	87,9	78,3	2566,5	,122	69,8	30,2	,44
Positivas	Entusiasmo	77,2	83,7	3149,5	,379	84,8	15,2	,54
	Satisfacción	81,1	81,7	2938,5	,932	94,2	5,80	,50
	Interés	78,7	82,9	3066,5	,562	91,0	9,00	,53
	Aceptación	80,0	82,2	2995,5	,762	94,2	5,80	,51
	Tranquilidad	77,6	83,4	3124,5	,425	86,3	13,7	,54
	Bienestar	82,6	80,9	2859,0	,829	91,8	8,20	,49
	Asombro	84,0	80,2	2780,0	,619	87,1	12,9	,48

Nota: * $p<,05$ Fuente: Elaboración propia.

Sobre las emociones positivas, todas menos una, presentaron la intensidad más fuerte en provecho de las mujeres. Así, se expresa *entusiasmo* ($Mdn=83,7$), *satisfacción* ($Mdn=81,7$), *interés* ($Mdn=82,9$), *aceptación* ($Mdn=82,2$), *tranquilidad* ($Mdn=83,4$) y *asombro* ($Mdn=80,2$). Sin embargo, no se manifestaron diferencias significativas entre las puntuaciones de varones y mujeres para las emociones positivas. A nivel global se aprecia que *frustración* ($Mdn=93,9$) y *entusiasmo* ($Mdn=83,7$) son las emociones positivas y negativas de mayor intensidad en los varones y mujeres correspondientemente.

En resumen, con relación al análisis intergrupo en función del momento de la intervención (grupo T1), hallamos cambios significativos en las siguientes emociones para cada dimensión:

Asignatura:

- Emociones negativas: *susto, temor, enojo, frustración, tensión, aburrimiento y rechazo.*
- Emociones positivas: *entusiasmo, satisfacción, interés, aceptación, tranquilidad y asombro.*

Contenidos científicos:

- Emociones negativas: *susto, temor, tensión, frustración y aburrimiento.*
- Emociones positivas: *satisfacción, tranquilidad, bienestar y asombro.*

Metodología indagatoria:

- Emociones negativas: *susto, temor, tensión, frustración y aburrimiento.*
- Emociones positivas: *entusiasmo, satisfacción, tranquilidad, interés, aceptación, bienestar y asombro.*

Profesora:

- Emociones negativas: *temor, tensión, frustración, aburrimiento y rechazo.*
- Emociones positivas: *entusiasmo, satisfacción, interés, aceptación, tranquilidad, bienestar y asombro.*

Clima de aula:

- Emociones negativas: *susto, temor, enojo, tensión, frustración y aburrimiento.*
- Emociones positivas: *entusiasmo, satisfacción, aceptación, tranquilidad, bienestar y asombro.*

Con relación a cada dimensión, los cambios identificados en los momentos antes, durante y después de la intervención, en los que resultaron significativos, se indican a continuación:

Asignatura:

- Para el par de momentos **antes-durante**, se hallan diferencias estadísticamente significativas para *susto, temor, enojo, tensión, frustración, aburrimiento y rechazo* con tamaños de efecto pequeños. De manera similar ocurre para emociones positivas como *entusiasmo, interés, tranquilidad y asombro* con valores medianos de tamaño del efecto, así como *satisfacción y bienestar*, cuyos tamaños del efecto son grandes.
- Entre el par **antes-después** se evidencian cambios significativos en emociones negativas como *frustración y aburrimiento* con tamaños del efecto pequeños. En cuanto a las emociones positivas como *entusiasmo, satisfacción, interés y bienestar* los tamaños del efecto son considerados medianos y grandes.
- Se hallaron diferencias en el par **durante-después** para *susto, tranquilidad y bienestar* con tamaños del efecto pequeños.

Contenidos científicos:

- Para el par **antes-durante**, se hallan cambios significativos para emociones negativas como *susto*, *temor*, *tensión* y *frustración* con pequeños tamaños del efecto. Las emociones positivas como *satisfacción*, *tranquilidad* y *bienestar* registran grandes tamaños del efecto.
- Entre el par **antes-después** se aprecian diferencias significativas para *aburrimiento* y *satisfacción*, cuyo tamaño del efecto es pequeño y mediano correspondientemente.
- Finalmente, para el par **durante-después** no se detectan cambios significativos.

Metodología indagatoria:

- Para el par **antes-durante** se determinaron cambios significativos para emociones negativas como *susto*, *temor*, *tensión* y *aburrimiento* con tamaños del efecto pequeños. Respecto a las emociones positivas, el cambio es significativo para *entusiasmo*, *satisfacción*, *interés*, *aceptación*, *tranquilidad*, *bienestar* y *asombro* cuyos tamaños del efecto son medianos y altos.
- En cuanto al par **antes-después** hallamos diferencias significativas para *susto*, *temor* y *aburrimiento* con tamaños del efecto pequeños. También, hay cambios significativos en emociones positivas como *entusiasmo*, *satisfacción*, *interés*, *aceptación*, *bienestar* y *asombro*, cuyos tamaños del efecto son altos.
- Respecto al par de momentos **durante-después** no se hallan cambios significativos en ninguna de las emociones.

Profesora:

- Para el par **antes-durante** se determinan cambios significativos para las emociones negativas como *temor*, *frustración*, *aburrimiento* y *rechazo* con tamaños del efecto pequeños. También, hay diferencias significativas en emociones positivas como *entusiasmo*, *satisfacción*, *interés*, *tranquilidad*, *bienestar* y *asombro* cuyos tamaños del efecto son medianos y altos.
- Sobre el par **antes-después** existen diferencias significativas para *aburrimiento*, *rechazo*, *entusiasmo*, *satisfacción*, *interés*, *tranquilidad*, *bienestar* y *asombro*, cuyos tamaños del efecto para las emociones negativas son pequeños y para las emociones positivas son medianos y altos.
- Entre los momentos **durante y después** no hallamos cambios significativos.

Clima de aula:

- Respecto al par **antes-durante** existen diferencias significativas para *susto*, *temor*, *enojo*, *tensión*, *frustración* y *aburrimiento*. De manera similar ocurre para *entusiasmo*, *satisfacción*, *tranquilidad* y *bienestar*. En este conjunto los tamaños del efecto son pequeños para las emociones negativas y medianos para las emociones positivas.
- Se reportan cambios significativos para el par **antes-después** en *tensión*, *aburrimiento*, *satisfacción* y *tranquilidad*, con tamaños de efecto pequeños para las emociones negativas y moderados para las emociones positivas.
- Para el par **durante-después** no hay diferencias significativas en ninguna de las emociones.

En resumen, los resultados del análisis intergrupo en función del sexo, considerando los momentos antes, durante y después de la intervención permiten inferir que,

- En el transcurso de la intervención, los varones experimentan con mayor intensidad *susto* y *enojo* mientras que las mujeres manifiestan *interés* con mayor intensidad hacia la **asignatura**.
- En cuanto a los **contenidos científicos**, las mujeres sienten con mayor intensidad *entusiasmo* e *interés*. Por su parte, el *aburrimiento* es experimentado por los varones con mayor intensidad que las mujeres.
- En lo que refiere a la **metodología indagatoria**, los varones experimentan *frustración* con mayor intensidad que las mujeres. No se establecen diferencias significativas para las emociones positivas en función del sexo.
- Respecto a la **profesora**, los varones experimentan *frustración*, *aburrimiento* y *asombro* con mayor intensidad que las mujeres.
- En cuanto al **clima de aula**, los varones experimentan *susto*, *temor*, *enojo* y *frustración* con mayor intensidad que las mujeres. No se definen diferencias significativas para las emociones positivas según el sexo.

CAPÍTULO VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS: LA INTERACCIÓN DE LAS EMOCIONES EN LA PRÁCTICA DE AULA

Contenido General del Capítulo VI.

VI.1. Introducción.

VI.2. Análisis de frecuencias.

VI.3. Análisis de contenido.

VI.4. Análisis de vínculos.

CAPÍTULO VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS: LA INTERACCIÓN DE LAS EMOCIONES EN LA PRÁCTICA DE AULA

VI.1. Introducción

En este capítulo se presentan los resultados y el análisis de la reflexión de la formadora desde la perspectiva interrogativa orientada a la declaración sobre la interacción de las emociones en la práctica de aula. En primer lugar, se presenta el análisis de frecuencias, cuyos resultados surgen del proceso de codificación llevado a cabo en el programa AQUAD. Las frecuencias de los códigos se distribuyen en tablas según la dimensión técnica, práctica y crítica que constituyen la Hipótesis de la Complejidad. En segundo lugar, se expone el análisis de contenido cualitativo según la estructura del modelo unificador de conocimiento profesional y habilidad, mostrando segmentos de texto codificados para cada una de las dimensiones anteriores. Finalmente, se muestra el análisis de vinculaciones entre códigos que contribuye en la reconstrucción inductiva de los datos.

VI.2. Análisis de frecuencias

A partir del análisis de la entrevista a la formadora, en la tabla VI.1 se exponen las frecuencias de los códigos correspondientes a las dimensiones de la Hipótesis de la Complejidad. Los resultados indican una mayor prevalencia de códigos prácticos y críticos en la reflexión sobre cómo interaccionan las emociones en la práctica de aula.

Tabla VI.1

Frecuencia de códigos en la reflexión interrogativa de la formadora

Dimensión	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Técnica	17	15,2%
Práctica	53	47,3%
Crítica	42	37,5%
TOTAL	112	100%

- **Dimensión técnica**

Dentro de la dimensión técnica, en la tabla VI.2 se muestran las frecuencias correspondientes a la aparición de los códigos asociados a las categorías de análisis. Se observa que los códigos más frecuentes son TIEM y TCOB, mientras que con un número menor de aparición se ubican TCCP, TBUR, TINE, TSAM y TSUM. Entonces, los resultados sugieren la presencia potencial de obstáculos como ideas alternativas y emociones negativas hacia la asignatura por parte de los estudiantes, quienes en sus ciclos formativos previos vivenciaron posiblemente modelos didácticos transmisivos con un currículum estructurado y desbordado de contenidos.

Tabla VI.2

Distribución de frecuencias de códigos técnicos en la reflexión interrogativa de la formadora

Códigos	Frecuencia
TBUR	1
TCCP	2
TCOB	3
TIEM	8
TINE	1
TSAM	1
TSUM	1
SUBTOTAL	17 (15,2%)

- **Dimensión práctica**

En cuanto a la dimensión práctica encontramos que los códigos aparecen en la reflexión con la distribución que se expone en la tabla VI.3. Los resultados muestran que la mayor aparición de códigos se presenta en PDIV, PEPM, PEQU, PREC y PSIT. Por su parte, los códigos menos frecuentes en orden descendente son PAPA, PCCD, PCOT, PECO, PDER, PMEJ, PPOS, PATR, PAUT, PBID, PCUE, PDEQ, PEPI, PPOT y PPTG.

Por consiguiente, la reflexión enfatiza en la exploración de las ideas de los estudiantes y su evaluación continua a través de diversidad de estrategias e instrumentos, así como la experimentación de emociones positivas. En cuanto al contenido científico *ecosistema*, el foco se centra en el equilibrio del sistema, mostrando la relación con otros contenidos.

Tabla VI.3

Distribución de frecuencias de códigos prácticos en la reflexión interrogativa de la formadora

Códigos	Frecuencia
PAPA	3
PATR	1
PAUT	1
PBID	1
PCCD	3
PCOT	3
PCUE	1
PDEQ	1
PDER	2
PDIV	6
PECO	3
PEPI	1
PEPM	6
PEQU	5
PMEJ	2
PPOS	2
PPOT	1
PPTG	1
PREC	5
PSIT	5
SUBTOTAL	53 (47,3%)

- **Dimensión crítica**

En relación con la dimensión crítica, en la tabla VI.4 se muestran las frecuencias de los códigos que se relacionan con las categorías. De esta forma, encontramos que los códigos de mayor aparición, ordenados de manera descendente, son los siguientes: CADA, CAPO, CMET, CPOS, CSOC, CHUM, CREA y CREG. Por otra parte, CAUT, CCEM, CEPR, CCOE, CCTS, CDES, CEXP, CMAD y CVIP están presentes en menor cantidad. En este sentido, la enseñanza del ecosistema adquiere un carácter transversal al considerar la relación con la sociedad. Este contenido se contextualiza a partir de un ecosistema próximo y se trabaja desde un ciclo de indagación acompañado de estrategias de autorregulación emocional. Por su parte, el clima de aula es facilitado por la reflexión de la formadora sobre sus propias metáforas emocionales, quien resalta lo positivo, brinda apoyo y realimentación afectiva a los estudiantes.

Tabla VI.4
Distribución de frecuencias de códigos críticos en la reflexión interrogativa de la formadora

Códigos	Frecuencia
CADA	5
CAPO	4
CAUT	2
CCEM	2
CCOE	1
CCTS	1
CDES	1
CEPR	2
CEXP	1
CHUM	3
CMAD	1
CMET	4
CPOS	4
CREA	3
CREG	3
CSOC	4
CVIP	1
SUBTOTAL	42 (37,5%)

VI.3. Análisis de contenido

De acuerdo con Bernard y Ryan (2010), el análisis de contenido es un conjunto de métodos para la codificación sistemática de datos cualitativos y la prueba de hipótesis. Entonces, se exploran los significados explícitos en el texto, también llamado contenido latente. A continuación, se presentan los resultados del análisis de contenido siguiendo el orden de los ámbitos y categorías que constituyen el **Modelo de conocimiento profesional del profesorado** (Gess-Newsome, 2015) y en función de las dimensiones *técnica*, *práctica* y *crítica* que conforman la **Hipótesis de la Complejidad** (Vázquez-Bernal et al., 2012) para cada subcategoría expuesta en el **Sistema de categorías para el análisis de la reflexión** (ver cuadro III.3 en el tercer capítulo).

Ámbito: bases del conocimiento profesional del profesor (BCPP).

Categoría: conocimiento de la evaluación.

Dimensión técnica: la única subcategoría que encontramos dentro de esta dimensión corresponde a *consecuencias de la evaluación*. La sistematización de evidencias y resultados que implican un trabajo burocrático, acompañado de un registro estricto de todo lo que se realiza en la clase (TBUR) ha cambiado en el transcurso de la experiencia en la docencia universitaria, como lo expresa la formadora en la reflexión:

“(141-149: TBUR) * Yo mi evaluación la he ido cambiando. Al principio era posiblemente por mi inexperiencia todo era mucho más cuadriculado, estructurado y yo le daba mucha importancia a pasar lista, a que los alumnos estuvieran en el aula, a que de alguna forma pudiera tener registro estricto de todo lo que se hacía y demás”.

* Líneas de texto en el programa AQUAD.

Dimensión práctica: en contraste con la dimensión anterior, incrementan las referencias a las subcategorías *instrumentos, participantes y consecuencias de la evaluación*.

En primer lugar, existe evidencia de que en la evaluación también participan los estudiantes, quienes destacan aspectos positivos de la asignatura y proponen mejoras, como enfatizamos a continuación:

“(1110-1114: PAUT) Haciendo referencia a sus anotaciones, cuando termino siempre les digo que plasmen lo que les gustaría cambiar de la asignatura y lo que les ha llamado la atención”.

En segundo lugar, la profesora expresa que todas las actividades realizadas en la clase, incluidos los diálogos, es materia de evaluación. En este sentido, los siguientes extractos evidencian diversidad de actividades y métodos para evaluar a los estudiantes (PDIV):

“(159-167: PDIV) Al poco tiempo se dan cuenta de la necesidad de estar en clase porque lo que se trabaja en clase no está recogido en ningún libro, entonces ven que es importante estar allí porque los diálogos que se generan y las actividades que se hacen son las que luego vamos a emplear para evaluar”.

“(168-170: PDIV) Es decir, yo todo lo que los alumnos van generando en clase para mí es materia de evaluación”.

En tercer lugar, la profesora utiliza de forma continua los resultados de la evaluación del proceso y producto (PMEJ). Así, aporta realimentación constante para aprendan los contenidos. Por tanto, en la práctica incide sobre los aspectos aún no superados y los retoma en las pruebas siguientes:

“(264-279: PMEJ) Pues yo en esas pruebas voy viendo si ese contenido que hemos trabajado ellos lo tienen aprendido o no, que no lo tienen aprendido, pues vuelta atrás. Entonces pues se llega a clase y se vuelve a incidir sobre qué es lo que más me ha llamado la atención sobre esa prueba, qué es lo que he visto que todavía no está superado, entonces vuelvo a trabajar sobre ello y vuelvo a preguntarles en una segunda prueba, de manera que vayan viendo que al menos esos conocimientos que tenemos previstos para ese curso los aprendan”.

Dimensión crítica: se han encontrado reflexiones críticas en las subcategorías *objeto e instrumentos de evaluación*. Por ejemplo, la evaluación asume un rol como elemento regulador del desarrollo del propio conocimiento y el aprendizaje significativo (CREG y CDES):

“(185-192: CREG) Entonces en esa evaluación yo lo que intento es que ellos entiendan que no se trata de que tengan que estudiar el último día y soltar lo que han aprendido, sino que todo lo que se va trabajando en clase día a día tienen que irlo trabajando y lo tienen que ir adquiriendo significativamente”.

“(304-306: CDES) A esas cuestiones, pues intentamos que ellos vayan elaborando su propio material, que debe ser su propio conocimiento”.

Además, tanto los estudiantes como la profesora participan en un proceso de evaluación continua, estableciendo un acuerdo didáctico en el que se consensua todas las actividades, alejándose de una evaluación finalista.

“(171-184: CCOE) Generalmente llevo tres años consensuando con ellos el tema de no tener una evaluación final sino una evaluación continua en la que como digo yo consensuo e incluso llegamos a firmar lo que es un acuerdo didáctico, o lo que se llama un contrato didáctico donde ahí se detalla, se consensua todo lo que vamos a hacer y ahí lo firmamos, de manera que eso, aunque se aleja en muchos casos de la guía didáctica que es la que nosotros tenemos que seguir que está consensuado entre profesor y alumno, pues es lo que llevamos a cabo”.

Finalmente, la profesora propicia que los estudiantes aprendan a trabajar en equipo. En este sentido, concibe la realización de la prueba final como una actividad grupal más, en la que deben trabajar de manera colaborativa. De esta forma, manifiestan asombro y tranquilidad respecto a la evaluación, evitando la aparición de emociones negativas como el sufrimiento:

“(217-226: CAUT) Muy importante para mí y llevo tres años haciéndolo es que al final el día del examen es que ellos hagan una prueba en grupo, los alumnos se sorprenden mucho en un examen, yo los pongo en grupo a trabajar y como para mí es uno de los objetivos que me planteo es que aprendan a trabajar en grupo pues quiero que el último día me demuestren que saben trabajar en grupo”.

“(226-233: CAUT) Yo creo que funciona y eso nos ayuda a que estén distendidos en el examen, que no sea un momento de sufrimiento sino un momento de colaboración y que ellos eso se lo tomen como una actividad más y que no tiene más importancia que otras actividades que hemos hecho”.

*

Ámbito: bases del conocimiento profesional del profesor (BCPP).

Categoría: conocimiento didáctico.

Dimensión técnica: no existen citas referidas a la disposición tradicionalista del aula (TUNI) o la presencia de un currículum único que desatiende las necesidades particulares de los estudiantes (TGEN), tampoco unidades de información asociadas a los obstáculos de la subcategoría *diseño de un plan de lección basado en la indagación escolar*.

Dimensión práctica: se concibe la clase como un escenario flexible donde existen relaciones horizontales y cercanas entre la profesora y los estudiantes (PBID), promovidas por cuestiones asociadas con sus emociones y actividades. La profesora parte del hecho de que todos son personas y poseen sentimientos, como se muestra a continuación:

“(313-328: PBID) Pues yo creo que hay una estrategia básica y es considerar que los alumnos son personas, aunque pueda sonar un poco raro pero que no haya una distancia entre el profesor y el alumno, lógicamente el profesor tiene un papel, el alumno tiene otro, pero allí todos somos personas. Cuando el alumno detecta que no hay esa rigidez en el aula, mi estrategia es simplemente comportarme como una persona, ser cercana a ellos, preguntarles cómo se sienten, comienzo siempre la clase preguntándoles cómo están, qué han hecho, qué tal el fin de semana, son preguntas que de alguna manera acercan al profesor y al alumno”.

Dimensión crítica: de manera similar a la dimensión técnica, no hay unidades de análisis referidas a las subcategorías *organización e interacción en el aula, estrategias de enseñanza basadas en las necesidades de los estudiantes y diseño de un plan de lección basado en la indagación escolar*.

*

Ámbito: bases del conocimiento profesional del profesor (BCPP).

Categoría: conocimiento científico.

Dimensión técnica: no se encuentran referencias a los principales obstáculos relacionados con las subcategorías *ideas centrales disciplinarias y temas transversales*.

Dimensión práctica: no se halla ninguna cita acerca de los diversos métodos de construcción del conocimiento científico, la fiabilidad y subjetividad que le caracterizan (PCC, PFIA, PSUV). Tampoco hay referencias sobre la integración de los contenidos de un área a partir de los temas transversales o la integración de éstos en las áreas del currículum (PEJE, PSEM).

Dimensión crítica: el conocimiento científico posee un aspecto social y transformador que se evidencia en su carácter democrático (CCTS). Es decir, los estudiantes deben comprender que la ciencia es de todos y no sólo atañe a los científicos. La asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I busca cambiar el miedo que exhiben al comienzo del curso — derivado de sus antecedentes escolares — por tranquilidad.

“(399-413: CCTS) En Didáctica I es trabajar con ellos, que aprendan, vamos yo lo que pretendo de partida es que pierdan el miedo a la ciencia, eso es lo que intentamos, que vean que la ciencia es de todos, que es una cuestión que no solo es de los científicos, que todos podemos hacer ciencia, en una escala u otra y que pierdan ese miedo no, de decir uh clase de ciencia y es cierto que en muchos años me pasa que cuando salen me dicen el miedo con el que entraron y lo tranquilos que se van de ver que la ciencia no es tan como nos la han pintado en otros momentos de nuestro nivel educativo”.

*

Ámbito: bases del conocimiento profesional del profesor (BCPP).

Categoría: conocimiento de los estudiantes.

Dimensión técnica: no se encuentran unidades de análisis de la *subcategoría ideas de los estudiantes* en esta dimensión, como es la exploración acerca de lo que recuerdan, les han explicado o leído en un libro de texto (TREC).

Dimensión práctica: la profesora explora las ideas de los estudiantes mediante situaciones que les exige realizar procesos de razonamiento para hacerlas progresar (PSIT). Los siguientes extractos evidencian el rol protagonista que asumen, quienes con la guía de la profesora, aportan las ideas que poseen. Ahora bien, no necesariamente son correctas, por tanto, se trabaja desde el error de un individuo particular para contribuir en el cambio de las ideas de los demás:

“(810-814: PSIT) Que ellos se sientan protagonistas y que todo recaiga sobre lo que saben, porque saben muchas cosas, lo que pasa es que hay que ponerlo sobre la mesa, tú tienes que ayudarles a que salgan”.

“(815-832: PSIT) La clase así es como transcurre, yo les hago una pregunta y en muchas ocasiones sale alguna respuesta, a lo mejor no contestan todos o alguien contesta, de pronto se oye alguien por ahí que contesta pero que está contestando de forma errónea entonces a mí me gusta mucho incidir sobre el que ha contestado de forma errónea, a esa persona yo le cedo la palabra y le dejo que nos cuente lo que sabe, yo sé que lo está diciendo mal. ¿Y por qué? Porque es importante, si esa persona tiene esa concepción errónea posiblemente muchos también la tengan, lo que pasa es que no se atreven ni siquiera a contestar”.

Dimensión crítica: en la reflexión de la profesora no se encuentran códigos que subrayen el carácter emancipador de las ideas en acciones para la transformación social en el contexto de la cotidianidad (CTRA).

*

Ámbito: bases del conocimiento profesional del profesor (BCPP).

Categoría: conocimiento curricular.

Dimensión técnica: se encuentran dos segmentos codificados que hacen referencia a las subcategorías *contenidos y objetivos de aprendizaje*, así como *fuentes y recursos*. En primer lugar, la profesora indica sobre la existencia de un currículum saturado de contenidos, estructurado y obsoleto (TCOB). En segundo lugar, existe evidencia de que las intervenciones de los estudiantes ocurren por requerimiento del profesor (TINE):

“(465-473: TCOB) Tenemos un currículum demasiado desbordado, un currículum demasiado estructurado y cerrado, un currículum que en muchos casos está obsoleto porque no ha habido una renovación profunda de los contenidos que se deben trabajar en todos los niveles y eso hace que haya contenidos que ya no tiene sentido trabajarlos”.

“(815-820: **TINE**) Entonces, a mí me va muy bien plantearles preguntas, yo es que la clase así es como transcurre, les hago una pregunta y en muchas ocasiones sale alguna respuesta, a lo mejor no contestan todos o alguien contesta”.

Dimensión práctica: la profesora reconoce que los contenidos científicos también están relacionados con otros (PREC). Por ejemplo, el concepto de sistema y la función de relación entre sus componentes es medular para la construcción de la definición del ecosistema o el cuerpo humano:

“(748-756: **PREC**) Entonces, de esa forma van entendiendo que un sistema es la suma de elementos que se relacionan de esa manera. Una vez que tienen eso montado trabajamos el cuerpo humano y hacemos mucho hincapié en que el cuerpo es un sistema, que está formado de subsistemas, los cuales están relacionados y ahí me consta que les es muy dificultoso”.

“(759-763: **PREC**) Que dentro de nuestro cuerpo están todos los sistemas funcionando y relacionándose unos con otros. Entonces, cuando llegan a la parte de ecosistema volvemos a trabajar que ese ecosistema es un sistema”.

Dimensión crítica: la integración de los conocimientos de los estudiantes, el profesor y diversos recursos para el estudio de un tema particular (CEPR) es el descriptor de la subcategoría *fuentes y recursos* constituyente de esta dimensión. Se resalta la lectura de artículos y otros documentos como actividad que orienta la búsqueda de respuestas ante las preguntas planteadas por la profesora:

“(296-299: **CEPR**) Lo que se intenta es partir de preguntas, de cuestionarles diferentes temas, intentar a través de diferentes recursos como pueden ser muchas veces lecturas de documentos, artículos científicos que están relacionados con esa temática”.

*

Ámbito: conocimiento profesional de los tópicos específicos (CPTe).

Categoría: representaciones del contenido científico (ecosistema), obstáculos y desarrollo.

Dimensión técnica: en relación con las *ideas clave para el aprendizaje del contenido*, los estudiantes presentan concepciones alternativas. Por ejemplo, la consideración del ecosistema como la suma de las partes que lo constituyen, prescindiendo de la interacción (TSUM):

“(678-683: **TSUM**) Yo creo que el principal obstáculo es que ellos siguen teniendo un conocimiento demasiado concreto y eso no les permite ver que todo está relacionado, es que ni se lo plantean”.

Dimensión práctica: se encuentran cinco códigos prácticos que destacan el equilibrio del ecosistema como *idea clave para el aprendizaje* (PEQU). Si se modifica algún componente del sistema se pierde el equilibrio:

“(683-691: **PEQU**) Como no se plantean esa cuestión no entienden la finalidad del problema, que esa relación entre elementos hace que como modifiques alguno se pierde el equilibrio, entonces yo creo que ahí es donde realmente está la dificultad, no se han parado a pensar las

dimensiones que tiene el que tú alteres cualquier cuestión en concreto, el que sea”.

También, la profesora plantea situaciones para que los estudiantes reflexionen acerca del efecto de la eliminación de una variable sobre un sistema cerrado o abierto, en aras de alcanzar la idea sobre la autorregulación del ecosistema en el tiempo (PATR):

“(712-724: PATR) Entonces, cuando tú empiezas a hacerles preguntas, si en esta aula no hay un sector primario, llegara un momento en que aquí nos faltara el oxígeno, si tuviéramos el sistema totalmente cerrado o lo tenemos abierto son cuestiones que a ellos les genera problemas, pero es sobre todo eso por no entender ese cambio que hay para que un sistema se autogestione y un sistema como el aula llegaría en un momento en que no se podría autogestionar porque le falta la base que sería el concepto de ecosistema”.

Por otra parte, este contenido es abordado desde un ecosistema real (PECO), tal y como lo expresa la profesora en varias ocasiones:

“(589-594: PECO) Estamos trabajando un sistema y, por tanto, ese sistema tiene muchas partes abiertas que es importante trabajar con ellos, para mí trabajar los ecosistemas desde un ecosistema, para mí eso es lo básico, ese es mi planteamiento”.

“(1033-1037: PECO) Yo creo que la clave es la salida de aula, no trabajas desde la imaginación, sino que trabajas in situ, desde el propio ecosistema”.

Dimensión crítica: dentro de esta dimensión encontramos cuatro unidades de análisis en las que la profesora atribuye al ecosistema un carácter integrador y formativo (CSOC), donde lo biológico y social constituyen una relación indisoluble, tal y como lo expresa a continuación:

“(573-584: CSOC) Con el contenido ecosistema lógicamente para mí todo está relacionado con los ecosistemas porque nosotros vivimos en un gran ecosistema. Entonces es super importante y desde luego no podemos deslindar todo el aspecto social al trabajo de los ecosistemas, igual que no podemos deslindar todo el tema biológico de lo que son los ecosistemas, o sea ahí entra tanto lo social como lo biológico, lo físico en este caso todo está unido a trabajar los ecosistemas”.

Finalmente, no se encontraron citas relacionadas con la *relevancia del contenido*, las *estrategias*, *representaciones y recursos* ni las *estrategias de evaluación* en términos críticos.

*

Ámbito: conocimiento profesional de los tópicos específicos (CPTe).

Categoría: prácticas científicas.

Dimensión técnica: no existen citas de esta dimensión en ninguna de las subcategorías correspondientes.

Dimensión práctica: constituyendo esta dimensión se encuentra que la profesora plantea un problema al comienzo de cada unidad temática (PCUE), tal y como se evidencia en la siguiente unidad de información:

“(287-295: **PCUE**) Bueno pues yo, siempre me gusta trabajar las distintas unidades que se plantean en el curso de tercero de la asignatura de Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I, todas las unidades están planteadas desde un problema, una pregunta que se les hace a ellos y lo que se intenta es partir de preguntas, de cuestionarles diferentes temas”.

Dimensión crítica: la única referencia que aparece en la reflexión de la formadora en relación con esta dimensión corresponde a la formulación de preguntas por parte de los estudiantes sobre hechos de la cotidianidad aportándole un aspecto transformador (CVIP):

“(544-557: **CVIP**) Yo tengo claro que es importante trabajar con los alumnos, trabajar la ciencia desde el planteamiento de preguntas, hacernos preguntas sobre hechos cotidianos sobre la ciencia que nos rodea, que está en todo sitio y trabajar desde la pregunta y la indagación, que el alumno sea el que indague sobre los problemas que se están generando y esos problemas es bueno que surjan desde ellos mismos y nosotros tenemos como meta generarles la necesidad de aprender a aprender, yo creo que ahí se resume todo”.

*

Ámbito: amplificadores y filtros del profesor.

Categoría: concepciones.

Dimensión técnica: no se encuentran unidades de análisis referentes a obstáculos como carencia de materiales y tiempo para realizar indagación (TAMT), tampoco sobre la concepción didáctica del profesorado que relaciona el aprendizaje por investigación como una actividad divertida con carácter motivador (TMOT).

Dimensión práctica: se hallan tres citas de esta dimensión en la subcategoría *concepciones sobre indagación* que resaltan el trabajo a partir de problemas para alcanzar la competencia aprender a aprender (PAPA), por ejemplo:

“(558-561: **PAPA**) Conseguimos que nuestros alumnos tengan por objetivo aprender, es decir, se generen más cuestiones de las que se han generado en la propia aula”.

En esta dimensión, también toma valor el rol protagonista que se le atribuye al estudiante (PPTG):

“(806-808: **PPTG**) Es mucho más formativo para el alumno el tema de primero hacerlo protagonista”.

Dimensión crítica: no se hallan referencias que destaquen la inclusión de actividades indagatorias en la programación didáctica, así como su puesta a punto y transferencia a otros contextos (CREF).

*

Ámbito: amplificadores y filtros del profesor.

Categoría: emociones.

Dimensión técnica: no existen referencias en relación con la manifestación de emociones negativas por parte de la profesora (TNEG) ni la representación de los roles de estudiantes y docente en forma de metáforas emocionales transmisivas (TTCO).

Dimensión práctica: se encuentran dos unidades de análisis que informan acerca de las emociones positivas que experimenta la profesora (PPOS), tales como bienestar, disfrute y tranquilidad; afectos que la profesora transmite en la clase de manera implícita o a través de la sonrisa.

“(893-898: PPOS) Sentirme bien cuando estoy con ellos, intentar sonreír, todo este tipo de cuestiones que tú no se las estás transmitiendo de forma explícita, pero, sin embargo, están captando de alguna manera”.

“(1014-1018: PPOS) Mi sensación es muy buena, es de tranquilidad, de ir a clase a disfrutar y la sensación muy buena lo cual no quita que tenga que mejorar, yo sé que tengo que seguir mejorando”.

Dimensión crítica: no existen referencias asociadas con las *emociones en la enseñanza* para esta dimensión. Aunque sí hay cuatro unidades de análisis que refieren a las *metáforas emocionales*. En este sentido, la formadora reflexiona sobre las metáforas para concienciarse de sus emociones y autorregularlas en la clase (CMET). Por ejemplo, desde la metáfora “ojos de abeja, ojos de mosca” asume una actitud positiva hacia los estudiantes y considera que todos tienen algo favorable que pueden aportar.

“(953-963: CMET) Pues mira, la metáfora que utilizaría, la que utilizamos en clase. No sé si te acuerdas, la de ojos de abeja ojos de mosca, yo en clase intento tener ojos de abeja. Es decir, ver lo positivo porque de los setenta alumnos que tengo allí seguro que de todos algo positivo puedo sacar. Entonces, creo que eso es lo interesante, ver que el grupo es bueno, que todos tienen algo que aportar, intentar no aislar a nadie, sino todo lo contrario”.

Así que es un facilitador del cambio para alcanzar competencias emocionales:

“(976-978: CMET) Ese es el cambio que tenemos que dar para llegar a ser emocionalmente competentes, claro”.

Refiriéndose a los estudiantes, la profesora menciona lo siguiente:

“(985-989: CMET) Ellos también han sabido sacar lo positivo, no sé si decirte que los comparo con lo mismo, pues yo no he tenido ninguna sensación de que se hayan sentido mal ni nada sino todo lo contrario”.

*

Ámbito: amplificadores y filtros del profesor.

Categoría: formación del profesor.

Dimensión técnica: la influencia de los antecedentes escolares sobre los modelos didácticos transmisivos que los docentes incorporan en la práctica de la enseñanza (TMDT), así como los

obstáculos en el desarrollo profesional como bajo dominio del contenido científico, inseguridad, dependencia del libro de texto, entre otros (TBDC) no están presentes en la reflexión.

Dimensión práctica: se encuentran tres códigos que hacen referencia a la integración de los contenidos científicos y didácticos en la formación inicial de los maestros (PCCD). En este sentido, la formadora señala que se trabajan los contenidos científicos a través de alguna estrategia para integrarlos con conocimientos didácticos, este tratamiento previo es imprescindible pues comienzan el curso con bajo dominio de los contenidos de ciencias:

“(245-263: PCCD) Si yo en una de esas pruebas detecto que algunos de los contenidos trabajados son contenidos estructurantes, bueno no he dicho que claro nosotros trabajamos tanto contenidos didácticos como contenidos científicos porque nos damos cuenta de que, cuando nuestros alumnos llegan aquí el contenido de ciencias lo tienen muy poco aprendido, entonces intentamos, aunque con muy poco tiempo trabajar de alguna forma ese contenido científico, además de contenido didáctico, siempre aplicando que el contenido científico no sea la memorización, sino que utilicemos alguna herramienta didáctica para trabajar ese conocimiento científico de manera que en el proceso ellos vean que no hay que deslindar una cosa de otra”.

Por añadidura, la formadora plantea un proceso formativo de aprendizaje sobre la enseñanza de la ciencias que se aleja de rutinas como la memorización, repetición o dificultad de los contenidos científicos:

“(431-436: PCCD) La tercera meta es que ellos vean que se puede enseñar ciencia de otra manera, ese es el aspecto didáctico, que la ciencia no hay que hacerla difícil ni repetitiva ni simplemente estudiarse de memoria conceptos que no tienen sentido”.

Dimensión crítica: no hay referencias en torno a la reflexión y reconstrucción de las teorías personales del profesorado en formación inicial (CTEO) y tampoco sobre la reflexión sobre, para y en la práctica en el desarrollo profesional (CCDC).

*

Ámbito: práctica de aula.

Categoría: interacción del CDC personal y el contexto de aula.

Dimensión técnica: no se hallan comentarios de la formadora sobre la presencia de obstáculos como la planificación de la enseñanza de manera descontextualizada o sin atender las necesidades particulares de los estudiantes (TCCC) ni la experimentación de emociones negativas de su parte al implementar la metodología indagatoria (TINS).

Dimensión práctica: en esta dimensión están presentes tres códigos que hacen referencia al *CDC personal* de la formadora, quien considera el contexto del alumnado en la planificación de la enseñanza, tal y como se evidencia en el siguiente comentario:

“(602-606: PCCD) Para mí es importante trabajar siempre que se pueda vinculado al contexto cotidiano, así que nosotros lo que nos planteamos es trabajar el ecosistema desde un ecosistema próximo”.

Dimensión crítica: respecto al *CDC personal* de la profesora se hallan tres comentarios consecutivos que resaltan un conocimiento base para la planificación de la enseñanza que integra el contenido científico, las estrategias basadas en la indagación y las emociones (CREA):

“(875-879: CREA) Cuando llego aquí me doy cuenta de que no solo es importante el contenido, sino que también es importante el método, entonces yo me muevo por ser investigativa, por trabajar la indagación y (879-882: CREA) en ese proceso por un tema personal caigo en manos de una persona que intenta cambiar en mí mi propia educación emocional”.

“(883-887: CREA) Entonces me di cuenta de que ya no solo es importante el contenido o el método, sino que es muy importante cómo tú seas emocionalmente para trabajar con las personas”.

En cuanto al *CDC personal y habilidad* o CDC en la acción, existen cinco códigos CADA que refieren al *feedback* o realimentación que realiza la profesora durante la enseñanza de los tópicos científicos, como se muestra en las siguientes citas:

“(194-199: CADA) Soy muy reiterativa y vuelvo sobre lo que hicimos y vuelvo sobre ello y empiezo siempre con lo que terminamos y de vez en cuando lo que hago es hacerles una serie de preguntas que tienen que contestar y yo me llevo”.

“(789-793: CADA) Entonces es muy importante hacer siempre esa vuelta atrás y conectar cosas que son lo mismo para que ellos no las vean como cosas separadas, sino que intenten relacionar”.

*

Ámbito: práctica de aula.

Categoría: clima de aula.

Dimensión técnica: en la reflexión no existen referencias en torno a obstáculos como ausencia de tarea, autoridad o evaluación (TART), gestión coercitiva de la disrupción (TCOE), experimentación de emociones negativas o conducta inapropiada de los estudiantes (TFIA).

Dimensión práctica: existen dos códigos PDER (*clima académico instruccional*) que evidencian la utilización de estrategias por parte de la profesora para retomar los contenidos, estimular la participación e integración de los estudiantes en la clase:

“(841-847: PDER) La clave para mí es el tema como te digo de hacerlos participar y que salga allí lo que saben sobre eso y poco a poco ir construyendo conceptos más complejos o simplemente darle la vuelta a lo erróneo y trabajar con ellos desde el concepto válido, pero para mí esa es la clave”.

“(964-967: PDER) A veces que tú ves alguno menos integrado o porque por alguna cuestión no participa, pues intentar de alguna forma poco a poco ir metiéndolo en el grupo, en la dinámica de aula”.

En clase se genera un *clima emocional interpersonal* que permite a los estudiantes y profesora sentirse tranquilos, alegres y cómodos mientras participan de las actividades (PPOT):

“(1127-1133: PPOT) Yo creo que ellos han conseguido sentirse cómodos, han conseguido generar un clima. El clima no solamente lo genera el docente, han generado un clima de participación, un clima distendido donde bueno por lo mismo estábamos riéndonos o haciendo otras cosas”.

Dimensión crítica: en cuanto al *clima de gestión de la disrupción* se encuentra que la profesora resalta lo positivo y corrige a los estudiantes sin castigar o comparar con otros estudiantes (CPOS):

“(329-339: CPOS) Estrategias de resaltar lo positivo, de intentar no castigar ninguna de las acciones que se hacen, si alguien contesta de forma errónea, pues simplemente sin darle más importancia se intenta corregir con la respuesta de otros alumnos, pero nunca dando mayor importancia a cuestiones negativas o nunca señalando a alguien que no lo está haciendo bien en ese momento sino todo lo contrario, resaltando lo positivo y haciendo ejercer a los alumnos”.

En esa misma subcategoría, se hallan dos códigos CAPO que refieren al apoyo que brinda la formadora para que tengan autonomía y se sientan capaces de realizar las tareas:

“(932-936: CAPO) Yo creo que la clave en ese sentido puede ser que el alumno se vaya sintiendo cada vez más capaz, sea capaz de afrontar las tareas, al menos tú lo hagas sentirse capaz y darle autonomía”.

“(940-943: CAPO) Tú al alumno lo vas haciendo cada vez más autónomo, que sepa resolver situaciones sin tener que decirle cómo tiene que hacerlo”.

También, podemos apreciar que los estudiantes reflexionan sobre los acontecimientos emocionales que suceden en la clase por estímulo de la formadora:

“(900-903: CAPO) Aparte a mí me gusta cuando sale alguna cuestión emocional en el aula ponerla sobre la mesa”.

“(906-909: CAPO) En algún momento por alguna cuestión he parado la clase y les he hecho reflexionar sobre algún hecho que ha pasado desde el punto de vista emocional”.

En relación con la subcategoría *clima emocional interpersonal*, las siguientes citas evidencian que la profesora aplica estrategias de regulación emocional como la lectura de un cuento, facilita la risa y gestiona las situaciones que hacen sentir mal a algún individuo. Para la formadora es relevante el abordaje de la educación emocional desde el propio modelo didáctico personal, de tal forma que los futuros maestros reconozcan de forma explícita la presencia de las emociones en el clima de aula y tengan herramientas para gestionar sus respuestas:

“(903-906: CHUM) En algún momento hemos leído algún cuento, se ha hecho un símil para trabajar la educación emocional”.

“(911-926: CHUM) No porque yo piense que la educación emocional haya que trabajarla como asignatura, que para nada, yo creo que la educación emocional se trabaja desde el modelo, pero sin embargo como ellos son futuros docentes yo creo que sí en algunas cuestiones hay que hacerles darse cuenta de lo que está pasando allí para que mejoren sus respuestas ante una circunstancia que puede ser simplemente pues

reírnos de algo que ha pasado o que alguien se esté sintiendo mal por algo que se ha dicho, entonces parar la clase y hacerle a todo el mundo entender que esas situaciones hay que aprender a llevarlas para que nadie se sienta mal”.

*

Ámbito: amplificadores y filtros de los estudiantes.

Categorías: facilitadores y obstáculos, autorregulación y logro académico.

Dimensión técnica: los estudiantes comienzan la asignatura con obstáculos como el miedo hacia la ciencia, los contenidos científicos estudiados en los ciclos formativos previos han sido olvidados y por tanto, el dominio de éstos es muy bajo, tal y como se expone en las siguientes citas:

“(399-402: **TIEM**) Proponemos en Didáctica I trabajar con ellos, que aprendan, vamos yo lo que pretendo de partida es que pierdan el miedo a la ciencia”.

“(363-367: **TCCP**) Cuando los alumnos llegan aquí es como que reinician su disco duro y mucha de la información que sabemos han trabajado durante la Secundaria o el Bachiller la han perdido”.

“(368-371: **TCCP**) Entonces a nivel de conocimiento de ciencia, nos llama la atención que muchos tienen un nivel bastante bajo”.

Dimensión práctica: en la asignatura se abordan contenidos de Biología a través de una metodología indagatoria que posiblemente difiere a la que conocieron como estudiantes de Secundaria o Bachillerato. Entonces eso les genera una mayor predisposición hacia el aprendizaje y la motivación por asistir a clase:

“(414-423: **PEPM**) En cualquier caso, nosotros en Didáctica I trabajamos todo lo referente a la parte viva, a los seres vivos que es un poco quizás lo más cercano a ellos y lo que con más cariño referente a la ciencia se trata. No es lo mismo trabajar Física y eso ya está estudiado y hay muchos datos sobre ello que estudiar Biología, pues entonces tenemos la suerte de que trabajamos la parte viva y eso pues es más cercano y están como más predispuestos”.

“(157-161: **PEPM**) Empezamos a trabajar con una metodología totalmente diferente a la que están acostumbrados, al poco tiempo se dan cuenta de la necesidad de estar en clase”.

Dimensión crítica: aquellos estudiantes quienes poseen la vocación para maestro se emocionan porque en el proceso de aprender a enseñar ciencias observan la realidad que posiblemente se encontrarán en el aula cuando se enfrenten a la enseñanza. Según la formadora, ha ocurrido un cambio de las emociones en los estudiantes respecto a la asignatura y lo que ella misma ha contribuido desde su práctica, como se expresa a continuación:

“(376-387: **CMAD**) En muchas ocasiones es la vocación, muchos están aquí porque quieren ser maestros y eso se nota, se nota en el que está porque no sabía qué iba a hacer y entra a estudiar el Grado de Maestro, pero se nota el que está aquí por vocación. Entonces esa vocación es la que le hace emocionarse con las cosas que hacemos, claro, porque

ellos se ven, están viendo que bueno, lo que trabajamos ahí ya empieza a parecerse a un aula, o lo que se pueden encontrar en un aula”.

“(1123-1126: CCEM) Salen del aula pensando todo lo contrario, pues por lo menos han tenido un cambio, yo creo que sí ha habido una evolución emocional ahí”.

“(1133-1136: CCEM) Yo creo que sí, que ha habido una evolución en sus emociones, tanto a la asignatura en sí, como a lo que un docente puede hacer”.

*

VI.4. Análisis de vínculos

El análisis de vinculaciones tiene como propósito la reconstrucción de datos verbales a partir de la lógica deductiva y descubrir las asociaciones significativas entre los códigos. Según Huber y Gürtler (2015) cada segmento codificado es la ocurrencia de esa categoría en sus datos. Así que, comenzamos el análisis recapitulando respecto al recuento de los códigos con mayor aparición en la codificación. En la tabla VI.5 se incluyen aquellos que tienen el potencial para constituir el **núcleo duro** de la reflexión de la formadora sobre la interacción de las emociones en la práctica.

Tabla VI.5

Códigos de mayor aparición en función de la dimensión de la Hipótesis de la Complejidad

Dimensión	Códigos y frecuencias
Técnica	TCOB (3), TIEM (8)
Práctica	PDIV (6), PEPM (6), PEQU (5), PREC (5), PSIT (5)
Crítica	CADA (5), CAPO (4), CMET (4), CPOS (4), CSOC (4), CHUM (3), CREA (3), CREG (3)

Para constatar esta premisa, a través del programa AQUAD se realizó la búsqueda de secuencias redundantes correspondientes a las estructuras de codificación. La tabla VI.6 expone los resultados de este procedimiento.

Estos resultados sugieren secuencias de códigos que se asocian entre las dimensiones, es decir, los códigos no solamente están relacionados con códigos pertenecientes a la misma dimensión. Es el caso del par TCCP-CMAD que representa una asociación entre la dimensión técnica y crítica.

Por consiguiente, realizamos el análisis de vinculaciones de manera integrada entre las dimensiones debido a que contamos con pocas frecuencias, pues la codificación se realizó sobre la base de un único documento de datos (transcripción de la entrevista a la formadora). Esto nos hizo reflexionar sobre la posibilidad de contar con un núcleo duro constituido por vinculaciones entre códigos de distintas dimensiones.

Tabla VI.6

Secuencias redundantes en la codificación de la reflexión

Pares de códigos	Secuencias repetidas	Pares de códigos	Secuencias repetidas	Pares de códigos	Secuencias repetidas
TCCP-CMAD	2	PDIV-CCOE	4	CADA-CFOR	6
TIEM-PDIV	9	PDIV-CFOR	10	CADA-CREG	8
TIEM-PEPI	2	PDIV-CREG	6	CAPO-CAFE	2
TIEM-PEPM	14	PDIV-PEPI	4	CAPO-CHUM	14
TIEM-TBUR	2	PDIV-PEPM	12	CAPO-CPOS	6
TIEM-TSAN	2	PECO-CSOC	6	CCEM-PPOT	2
PAPA-CVIP	2	PEPM-CCTS	2	CEPR-CEDES	2
PAPA-PCOT	4	PEPM-CFOR	2	CEPR-PCUE	2
PAPA-PSIT	4	PEPM-PEPI	2	CHUM-CAFE	2
PCCD-PEPM	4	PEQU-TSUM	2	CHUM-CPOS	6
PCCD-PMEJ	4	PPOS-CHUM	4	CHUM-CREA	4
PCOT-PECO	4	PREC-CADA	8	CPOS-CAFE	4
PDER-CMET	6	PREC-PDEQ	2	CPOS-CREA	6
PDER-PSIT	3	PSIT-TINE	2	CREA-CAFE	2
PDIV-CADA	6	CADA-CEXP	2	CREG-CFOR	5

Seguidamente, seleccionamos aquellas secuencias redundantes cuyo número de repeticiones sea equivalente o superior a 6 (número seleccionado de forma arbitraria para contar con suficientes asociaciones). Por ejemplo, destacamos el resultado de 9 repeticiones para TIEM con PDIV y 14 para el par TIEM-PEPM. Estas secuencias junto con las demás se representan a continuación:

TIEM: PDIV (9), PEPM (14)
PDIV: CADA (6), CFOR (10), CREG (6), PEPM (12)
CADA: PREC (8), CFOR (6), CREG (8)

A partir de las secuencias reiteradas, de entre todas ellas, probamos las que más se repiten a través de la aplicación de estructura de vínculos con la tercera hipótesis que incluye el programa AQUAD. De acuerdo con Huber y Gürtler (2015) esta hipótesis sostiene que “tres códigos concurren en el mismo documento de datos, el código #2 dentro de una distancia especificada respecto al código #1 y el código #3 dentro de una distancia especificada diferente respecto al código #1” (p. 117).

Siguiendo a Vázquez-Bernal (2007) y utilizando esta hipótesis de vinculación, procedimos a introducir tres códigos en una distancia de 5 líneas hacia arriba y abajo para asegurar validez. De esta forma, probamos las hipótesis de vinculación, obteniendo los siguientes resultados:

- TIEM, PDIV, PEPM, hay confirmación en 4 ocasiones.
- PDIV, CFOR, CADA, confirmación en 2 ocasiones; CADA, PDIV, CFOR, confirmación en 3 ocasiones y CFOR, CADA, PDIV en 2 confirmaciones.

- PDIV, PEPM, CADA; CADA, PDIV, PEPM; PEPM, CADA, PDIV, carecen de confirmaciones.
- CREG, CADA, PDIV, confirmación en 2 ocasiones, CADA, PDIV, CREG; confirmación en 1 ocasión, aunque con poca significación; PDIV, CREG, CADA, con ausencia de confirmación.
- Todas las posibles secuencias para la estructura CADA: PREC, CFOR, CREG carece de confirmaciones.
- CPOS, CHUM, CAPO, confirmación en 4 ocasiones; CHUM, CAPO, CPOS, confirmación en 1 ocasión con poca significación y CAPO, CPOS, CHUM carece de confirmación.

En la figura VI.1 se representa de manera esquemática las vinculaciones significativas entre dos códigos prácticos y uno técnico. A este primer esquema le llamamos **núcleo duro de primer orden** porque muestra una relación lineal bidireccional entre los códigos, que representan un nivel de partida y dos niveles intermedios en la complejidad de la reflexión. Se aprecia que TIEM, PDIV y PEPM son los códigos técnico y prácticos con mayor aparición respectivamente, según el análisis de frecuencias preliminar.

Entonces, las ideas alternativas sobre los contenidos científicos y las emociones negativas como el rechazo ante cuestiones sociocientíficas pueden obstaculizar el aprendizaje y las interacciones en el clima de clase. No obstante, el uso de diversas actividades y estrategias de evaluación junto con la manifestación de emociones positivas y una mayor motivación para asistir a clase pueden representar facilitadores para el logro académico.



Figura VI.1. Núcleo duro de primer orden. Fuente: Elaboración propia.

De manera similar, en la figura VI.2 encontramos otra relación bidireccional entre códigos críticos: CPOS, CHUM y CAPO, definiendo así un **núcleo duro de segundo orden** relacionado con el clima de aula, donde la formadora aplica estrategias de regulación emocional: resalta lo positivo, corrige sin castigar, involucra a los estudiantes en discusiones sobre las posibles consecuencias de la expresión emocional inapropiada, utiliza el humor para fomentar emociones positivas y proporciona apoyo afectivo, contribuyendo en el desarrollo de patrones de conducta alternativos.



Figura VI.2. Núcleo duro de segundo orden. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se establece un **núcleo duro de tercer orden**, en el que incrementan las interacciones entre códigos de las tres dimensiones de la Hipótesis de la Complejidad. Este núcleo está conformado por TIEM, PEPM, PDIV, PREC, CREG, CFOR y CADA (ver figura VI.3). Las vinculaciones más significativas están enlazadas en dos redes, señaladas con verde y rojo: CREG, PDIV, CADA; PDIV, CFOR, CADA; en las que PDIV y CADA actúan como agentes nucleadores de las interacciones emocionales.

De esta manera, la evaluación diagnóstica, formativa y continua es un elemento regulador que aprovecha distintos mecanismos para evaluar a los estudiantes, a la formadora y la intervención. Por su parte, la formadora adapta el plan de lección a partir de las variables contextuales, mientras reflexiona en la acción para proporcionar apoyo afectivo, feedback y regulación emocional en el clima de aula.

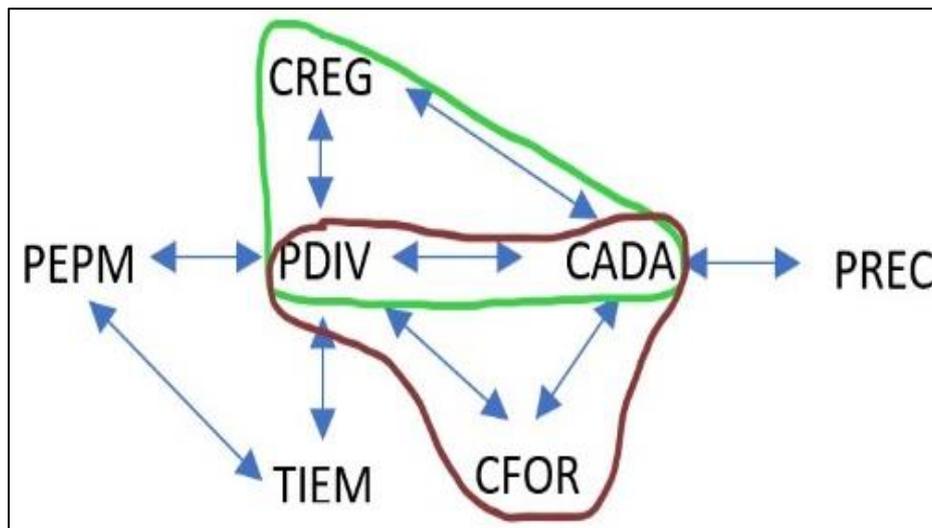


Figura VI.3. Núcleo duro de tercer orden. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VII. TRIANGULACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Contenido General del Capítulo VII.

VII.1. El cambio de las emociones en el transcurso de la intervención indagatoria.

CAPÍTULO VII. TRIANGULACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

VII.1. El cambio de las emociones en el transcurso de la intervención indagatoria

En este capítulo se describe e interpreta el cambio de las emociones frente a las dimensiones de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación a lo largo de la intervención. Se intenta establecer las causas relacionadas con dicho cambio a partir de la triangulación de los resultados de los cuestionarios, la entrevista a la formadora, la observación participante del investigador, las narrativas de los estudiantes, las percepciones de la profesora novel y la literatura (ver figura VII.1).

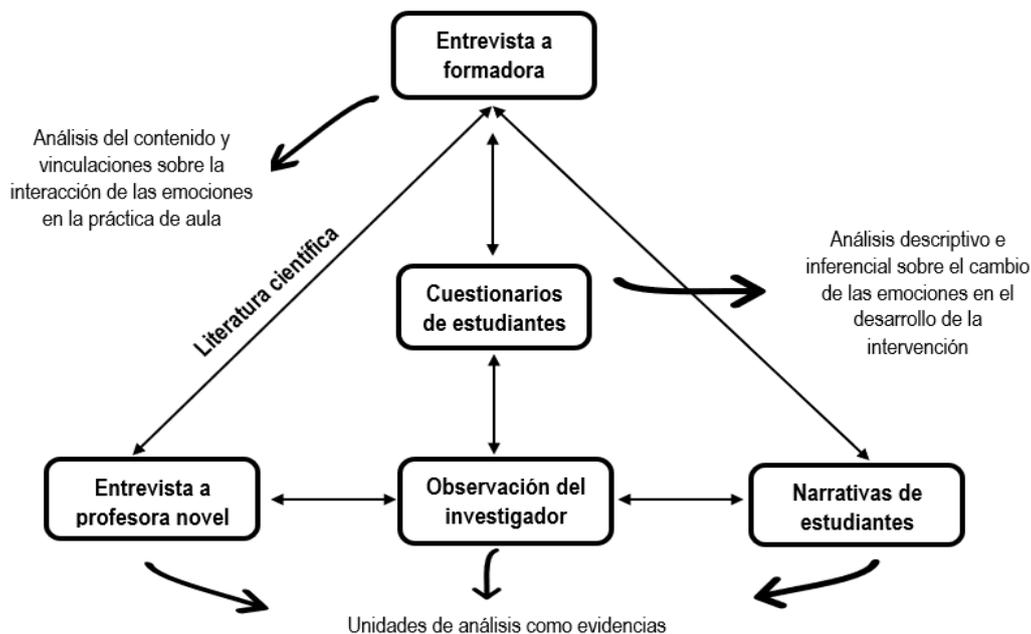


Figura VII.1. Triangulación de los resultados. Fuente: Elaboración propia.

- **Asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I**

En la tabla VII.1 y gráfica VII.1 se aprecia que los futuros maestros experimentaron emociones positivas en mayor medida a diferencia de las emociones negativas que reportaron las intensidades más bajas en el transcurso de la intervención. Los resultados obtenidos coinciden con el estudio de Dávila et al. (2015) que analiza el cambio en las emociones de maestros en formación inicial en una asignatura de DCE con seminarios prácticos sobre materia y energía, del cual se desprende que las emociones positivas fueron experimentadas con mayor frecuencia que las emociones negativas tanto antes como después de las intervenciones; sin embargo, se diferencian de nuestro estudio en que no incluye el análisis de las emociones *durante* la intervención. Por su parte, Marcos-Merino, Esteban y Gómez (2019) hallaron asociaciones positivas entre las emociones positivas y los resultados de aprendizaje, en el contexto de una práctica indagatoria para la enseñanza de microorganismos a maestros en formación inicial.

Tabla VII.1

Cambio de las emociones hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I

Variable	Momento de la intervención					
	Antes		Durante		Después	
	N = 57		N = 54		N = 59	
	M	DE	M	DE	M	DE
Susto	1,95	1,14	1,22	,46	1,63	,85
Temor	2,02	1,09	1,30	,50	1,59	,85
Enojo	1,74	1,14	1,17	,42	1,31	,60
Tensión	2,23	1,21	1,63	,88	1,80	,98
Frustración	2,04	1,18	1,22	,57	1,51	,86
Aburrimiento	2,09	,91	1,39	,66	1,37	,61
Rechazo	1,58	,84	1,15	,41	1,29	,62
Entusiasmo	3,60	,98	4,20	,63	4,32	,54
Satisfacción	3,40	,94	4,35	,71	4,19	,66
Interés	4,11	,84	4,48	,61	4,54	,57
Aceptación	3,72	,82	4,11	,72	4,10	,74
Tranquilidad	3,21	,92	4,15	,94	3,73	,89
Bienestar	3,60	,84	4,44	,60	4,10	,76
Asombro	2,79	1,01	3,33	1,23	3,27	1,23

Nota: Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los datos presentados, se pone de manifiesto que todas las emociones negativas fueron más intensas antes de la intervención, en comparación con los momentos durante y después. Así, *tensión*, *aburrimiento*, *frustración* y *temor* fueron las emociones de mayor intensidad. Estos resultados van en la línea del estudio realizado por Pipitone et al. (2018) en el que antes de comenzar una asignatura de DCE relacionada con contenidos de física y química predominaban emociones negativas como miedo y frustración, además inseguridad y ansiedad. Otros estudios también hacen referencia a miedo, así como preocupación y nerviosismo en el momento previo de las intervenciones (Dávila et al., 2015; Marcos-Merino et al., 2016).

Si bien, autores como Amat y Sellas (2017), así como Greca et al. (2017) sostienen que los futuros maestros comienzan la formación en DCE con rechazo y una carga emocional bastante negativa, nuestro estudio se diferencia en el predominio y mejora de las emociones positivas en el transcurso de toda la intervención. Por ejemplo, el *rechazo* fue la emoción negativa menos intensa en los tres momentos y todo el conjunto de variables con carácter negativo registraron siempre las intensidades más bajas en contraste con las emociones positivas.

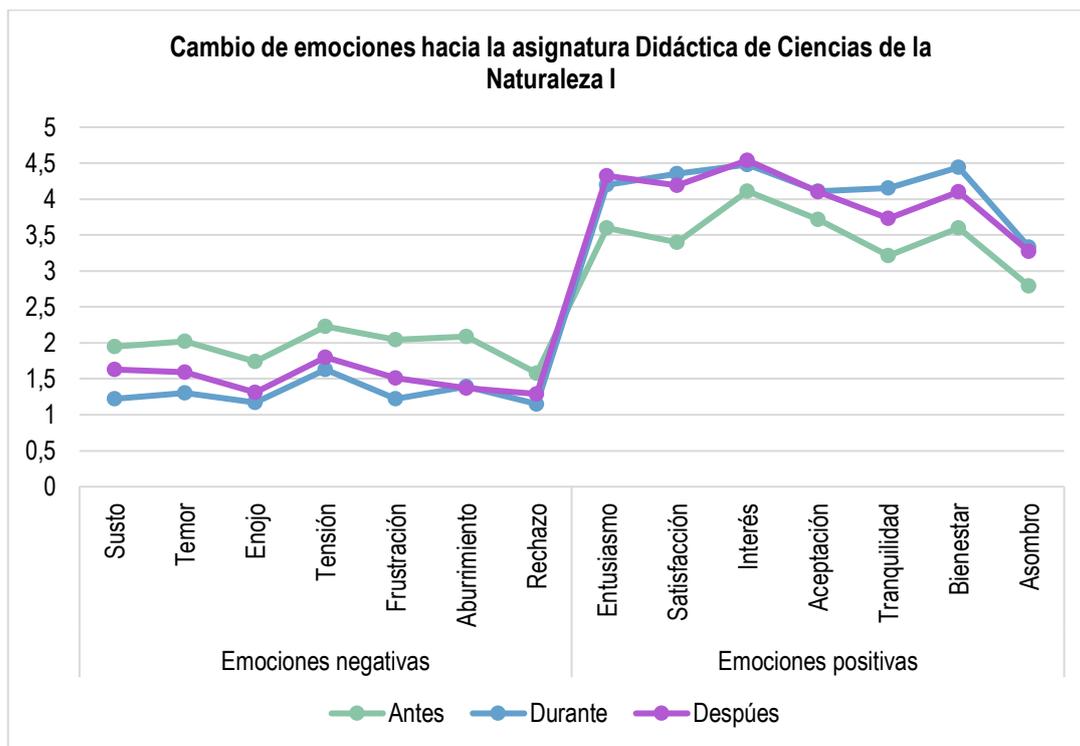
Ahora bien, los resultados indican que el momento intermedio y el final se caracterizaron por un descenso e incremento en la mayoría de las emociones negativas respectivamente. El *aburrimiento* fue una excepción pues disminuyó tanto en el momento durante como después. Dicha baja es provechosa porque el aburrimiento es un obstáculo que produce exclusión de la cultura científica (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2007a) y se relaciona positivamente con problemas de atención (Pekrun et al., 2010).

Los resultados son favorables porque a lo largo de la indagación ninguna emoción negativa superó las intensidades correspondientes al primer momento. Se aprecia que en el intermedio hubo una merma considerable en todas las emociones negativas, principalmente *frustración*, *susto*, *temor* y *aburrimiento* en contraste con el momento previo. Al finalizar la intervención, casi todas las variables, excepto el *aburrimiento*, superaron la intensidad respecto al momento intermedio, especialmente *susto*, *temor* y *frustración*. Ahora bien, entre antes y después se apreció un mayor cambio o disminución del *aburrimiento* y la *frustración*.

En síntesis, existe una disminución significativa de todas las emociones negativas entre el momento previo e intermedio. También, los cambios son relevantes para *frustración* y *aburrimiento* entre el antes y después. Asimismo, el cambio es notable para *susto* en el par durante-después. Todo ello permite reconocer el efecto positivo de la aplicación de diversas estrategias de regulación emocional en la práctica de aula que acoge a las emociones positivas para mejorarlas y minimizar el efecto de las emociones negativas, evitando así el abandono de las actividades de indagación, especialmente cuando aparecen emociones como frustración, aburrimiento e ira (Tomas et al., 2016).

En torno a las emociones positivas hay un incremento en cada variable entre el antes y durante. Así, en el instante intermedio se expresaron con alta intensidad: *interés*, *bienestar*, *satisfacción*, *entusiasmo*, *tranquilidad*, *aceptación* y *asombro*. De esta forma, *satisfacción*, *tranquilidad* y *bienestar* son las emociones que experimentaron el cambio más apreciable respecto al primer momento. Entre el durante y después se registró un cambio favorable para *interés* y *entusiasmo*, mientras que las demás emociones positivas se redujeron después de la intervención, especialmente *tranquilidad* y *bienestar*. Entre antes y después se apreció un cambio ventajoso puesto que todas las emociones positivas aumentaron. Entonces, los mayores cambios corresponden a *entusiasmo* y *satisfacción*, ambas en provecho del momento posterior a la intervención. Como señalan Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2007a), las emociones positivas que experimentan los estudiantes facilitan la integración de la información y las experiencias; por tanto, desde el modelo de conocimiento profesional de Gess-Newsome (2015) representan un amplificador que proporciona las condiciones adecuadas para la autorregulación, el cambio afectivo y el logro académico en el estudio de la asignatura.

De esta manera, se reportan cambios estadísticamente significativos para casi todas las emociones positivas entre antes y durante con tamaños de efecto moderados y grandes. De manera similar, el cambio es considerable para *entusiasmo*, *satisfacción*, *interés* y *bienestar* en el par temporal antes-después. Finalmente, con tamaños de efecto pequeños, el cambio es notable para *tranquilidad* y *bienestar* entre el momento intermedio y final. En definitiva, la intervención indagatoria facilitó un incremento significativo en la intensidad de las emociones positivas y una disminución considerable en la intensidad de las emociones negativas respecto a la asignatura.



Gráfica VII.1. Cambio de las emociones hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis del contenido de la entrevista a la formadora sobre la interacción de las emociones en la práctica de aula y el contraste con las observaciones de clase, la entrevista a la profesora novel y las percepciones de los futuros maestros en las narrativas permite establecer causas generales del cambio de las emociones. En primer término, el cambio respecto a la asignatura está relacionado con una mejora de la percepción hacia las ciencias y un mayor interés, pues la metodología se aleja de aquellas experiencias memorísticas que les generaba aburrimiento en las demás asignaturas.

“(Estudiante: Lucas) La asignatura ha supuesto un cambio en mi forma de ver las ciencias naturales en primaria. La visión que tenía hasta el momento se debía a mi experiencia como alumno de una metodología tradicional y aburrida, con exámenes finales y memorísticos.”

“(Estudiante: Nazareth) La asignatura de naturales, a lo largo del cuatrimestre me ha sorprendido, tanto por los contenidos estudiados como por la metodología que ha empleado la profesora. El comienzo de la asignatura me resulto aburrido, ya que creía que la metodología de las clases y de la profesora iba a ser como en la mayoría de las asignaturas, memorización y exposición. Esta asignatura a lo largo de los meses me ha gustado cada vez más, tenía interés por aprender más conceptos, por la metodología que empleaba la profesora, de tal manera que tras haber asistido a clase, no hacía falta memorizar en casa”.

Posiblemente, el cambio se corresponde con el abordaje de la educación emocional desde el propio modelo didáctico personal de la formadora que facilita la integración de las emociones al

CDC en la complejidad de la planificación y acción. Por una parte, la asignatura pretende que los estudiantes comprendan que la ciencia no solo atañe a los científicos, por otro lado, busca corregir el miedo hacia ésta que comúnmente suelen exponer al comienzo del curso (obstáculo de naturaleza afectiva), sustituyéndolo por emociones positivas a través de diversas estrategias metacognitivas y de regulación emocional como lectura de cuentos (por ejemplo, *El elefante encadenado* de Jorge Bucay), metáforas, reflexiones grupales, cápsulas informativas sobre el cerebro emocional, entre otras.

Los siguientes extractos de la observación del investigador evidencian la puesta a punto de la educación emocional y cómo la actitud del docente puede incidir sobre las emociones; por consiguiente, los pensamientos positivos son capaces de mejorar las creencias de autoeficacia e incentivar el compromiso para el logro de metas.

“(Registro de observación 2: 28 de septiembre de 2016) La profesora indica que en la asignatura se abordarán aspectos relacionados con la educación ambiental, la educación para la salud y la educación emocional”.

“(Registro de observación 11: 14 de noviembre de 2016) Había una vez un niño que le gustaba mucho el circo. El niño insistía en ir al circo. Allí le llamaba mucho la atención el elefante. ¿Por qué un animal de esas características no pegaba un tirón de la cadena que lo tiene pegado al suelo? El padre le dice que al animal lo tienen amaestrado. Pasó el tiempo y el niño siempre cuestionaba a todas las personas para que le dieran una respuesta. Luego en el grupo T1 del Grado de Educación Primaria, alguien le dio una respuesta. Un alumno dice que el elefante nació en el circo, lo intentó muchas veces y no pudo. Moraleja: Tenemos que seguir intentándolo. Tienes que pensar en positivo para conseguirlo. Debéis pensar cómo nuestra actitud como maestros en una asignatura puede influir a un alumno en el futuro”.

Cabe destacar que en esta asignatura, el modelo de formación inicial se basa en la interacción del conocimiento científico escolar sobre Biología, el conocimiento didáctico y el conocimiento profesional sobre la práctica. Estas bases interactúan entre sí, son amplificadas o filtradas por las emociones y concepciones de la formadora sobre la indagación en la práctica de aula estableciendo un CDC, que a su vez es amplificado o filtrado por las emociones que muestran los futuros docentes. En otras palabras, este modelo integrador parte de problemas particulares de la práctica profesional relacionados con los distintos tópicos científicos y las emociones en la enseñanza para facilitar la reflexión sobre lo que debe ser, saber y hacer un maestro, así como a desarrollar la competencia de aprender a aprender.

En este contexto formativo todas las unidades didácticas están fundamentadas a partir de un problema y la selección de ideas clave que actúan como ejes medulares de las actividades indagatorias, acompañadas de procesos metacognitivos para la reflexión colaborativa ante cuestiones como las siguientes: ¿Qué emociones recuerdo en relación con las asignaturas de ciencias que recibí en Primaria y Secundaria?, ¿Qué emociones siento?, ¿Qué he aprendido?, ¿Qué tipo de actividades hemos realizado?, ¿Cómo lo hemos hecho?, ¿Qué dificultades

encontramos? Estas interrogantes contribuyen en la formación de un profesional reflexivo que conoce sus emociones, prevé sus efectos y pone en valor la autorregulación emocional.

En la asignatura se concibe al formador de maestros como un posible modelo profesional, quien es consciente de su vulnerabilidad emocional y competente emocionalmente, de tal forma que los futuros maestros captan de manera explícita e implícita los aspectos afectivos en un clima de aula que facilita las interacciones, caracterizado por un trato cortés y apoyado por una metodología indagatoria sobre una cuestión sociocientífica controvertida. Por consiguiente, como se deduce de los datos, la actitud de la formadora hacia la enseñanza, su capacidad de motivación intrínseca, felicidad y disfrute mientras comparte con los estudiantes puede que sea un facilitador del cambio. Entonces, se promueve que repliquen esas acciones en su futura práctica profesional, como es evidente en las siguientes unidades de análisis:

“(Registro de observación 1: 26 de septiembre de 2016) Es esencial disfrutar de lo que uno hace. Hay que buscar la motivación, de tal forma que se produzcan hormonas que generen felicidad”.

“(Registro de observación 1: 26 de septiembre de 2016) La profesora hace referencia a las neuronas espejo y comenta: es necesario recordar que vamos a trabajar con personas y cuando entremos a un aula debemos liberarnos de tensiones, transmitir felicidad y dar lo mejor de nosotros como docentes. Venimos a pasarlo bien”.

“(Estudiante: Jimena) Las Ciencias de la Naturaleza siempre han sido para mí, una de mis asignaturas favoritas, por ello, al inicio del curso, me sentía muy ilusionada de poder cursarla otra vez, pero en esta ocasión desde un punto de vista diferente. No obstante, pensaba que tendría que estudiar temas de forma memorística, como siempre he hecho a lo largo de mi vida de estudiante, pero me quedé sorprendida cuando el clima del aula, para mí, digno de resaltar, y la metodología seguida, teniendo en cuenta los conocimientos previos, las concepciones erróneas, la experimentación y las preguntas tan llamativas como por ejemplo, ¿Habéis desayunado hoy?, ¿Cómo os sentís en este momento?, me hizo pensar que esta asignatura sería un experimento desde el principio, muy alejado de la formación en ciencias que había tenido anteriormente”.

Por otra parte, la evaluación es un elemento regulador no solamente del aprendizaje sino también de las emociones. El carácter formativo y continuo se caracteriza por el *feedback* constante proporcionado por la formadora que evita la aparición de emociones negativas. De esta manera, se retoman continuamente las ideas alternativas sobre los contenidos científicos para hacerlos progresar hacia niveles de mayor complejidad.

Además, las actividades son consensuadas entre la formadora y los futuros maestros mediante un acuerdo didáctico. Si bien, la normativa universitaria también establece el examen como instrumento de evaluación, se opta por realizar una prueba grupal que posee la misma relevancia que cualquier otra de las actividades realizadas en clase; por tanto, eso les genera asombro y demuestran que saben trabajar de manera colaborativa. Finalmente, autoevalúan su desempeño, destacan aspectos positivos y por fortalecer en la asignatura.

“(Estudiante: Jade) En cuanto a la evaluación de la asignatura, considero que la forma en que hemos sido evaluados ha impulsado el interés por la misma, puesto que al tener que estar continuamente realizando pequeñas tareas y finalmente la carpeta de trabajos, esto hace que el alumno tenga que permanecer conectado desde el primer momento y con ello se promueve una línea de trabajo, la cual requiere una constante revisión de los contenidos y de los conocimientos que se van adquiriendo”.

“(Estudiante: Génesis) Con la metodología usada para la evaluación, considero que es más efectiva, el alumnado no tiene que enfocar su esfuerzo a un solo examen en el que influyen muchos factores. Al discente se le puede evaluar durante todo el proceso del aprendizaje”.

Por último, en este estudio hemos podido reconocer que quienes poseen la vocación docente y cierto nivel de madurez emocional muestran emociones positivas en el proceso de aprender a enseñar ciencias, ya que se acercan a la posible realidad que vivenciarán en el futuro desempeño como profesionales. En este sentido, Amat y Sellas (2017) sostienen que los maestros en formación inicial tienen la capacidad de positivar las emociones cuando se imaginan desempeñando la enseñanza.

En resumen, las causas que dan razones del cambio puede que se correspondan con el abordaje de la educación emocional desde el modelo didáctico personal de la formadora, la actitud de dicha profesora y de los estudiantes, la metodología indagatoria y la evaluación continua. Esto parece coherente con las causas acerca de la modificación de emociones negativas a positivas en la asignatura de DCE que resaltan Pipitone et al. (2018), en particular, la metodología utilizada y la actitud del docente.

- **Contenidos científicos**

En cuanto a los contenidos científicos (ver tabla VII.2 y gráfica VII.2) los resultados exponen una tendencia similar respecto a los derivados en el análisis de la asignatura, pues todas las emociones positivas son más intensas que las emociones negativas en los tres momentos. Estos resultados coinciden con lo que revela la literatura acerca de que los futuros maestros y profesores muestran en mayor medida emociones positivas frente al aprendizaje y la enseñanza de contenidos relacionados con Biología (Brígido et al., 2013; Costillo et al., 2013). Asimismo, tomando en consideración sus antecedentes escolares, la tendencia se caracteriza por la manifestación de emociones positivas como curiosidad, interés, satisfacción y diversión hacia tópicos de dicha naturaleza (Borrachero, 2015a; Brígido, 2014).

Se observa claramente que todas las emociones negativas presentaron las intensidades más altas en el momento previo, en contraste con el intermedio y final. Por consiguiente, *temor* y *tensión* son las variables más intensas antes de la intervención. Esto parece coherente con lo que expone Brígido (2014) sobre el predominio de emociones negativas respecto al aprendizaje de las ciencias

antes del desarrollo de una intervención orientada a la mejora de las actitudes, creencias de autoeficacia y emociones.

Tabla VII.2

Cambio de las emociones hacia los contenidos científicos

N	Momento de la intervención					
	Antes		Durante		Después	
	57		54		59	
Variable	M	DE	M	DE	M	DE
Susto	1,98	1,17	1,43	,82	1,63	,93
Temor	2,09	1,27	1,33	,64	1,61	,87
Enojo	1,53	,87	1,22	,46	1,44	,75
Tensión	2,09	1,21	1,50	,80	1,75	,98
Frustración	1,89	1,16	1,41	,79	1,54	,86
Aburrimiento	1,77	,91	1,52	,80	1,31	,53
Rechazo	1,54	,80	1,26	,52	1,34	,71
Entusiasmo	3,91	,81	4,09	,68	4,00	,67
Satisfacción	3,54	,97	4,06	,63	4,00	,64
Interés	4,18	,78	4,48	,54	4,36	,61
Aceptación	3,68	,83	4,09	,78	3,98	,80
Tranquilidad	3,35	,92	4,02	,79	3,73	,98
Bienestar	3,70	,89	4,30	,66	3,92	,88
Asombro	3,05	1,06	3,17	1,18	3,51	1,19

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Se observa claramente que todas las emociones negativas presentaron las intensidades más altas en el momento previo, en contraste con el intermedio y final. Por consiguiente, *temor* y *tensión* son las variables más intensas antes de la intervención. Esto parece coherente con lo que expone Brígido (2014) sobre el predominio de emociones negativas respecto al aprendizaje de las ciencias antes del desarrollo de una intervención orientada a la mejora de las actitudes, creencias de autoeficacia y emociones.

Seguidamente, se aprecia que en el intermedio todas las emociones negativas presentaron una disminución significativa, especialmente *susto*, *temor*, *tensión* y *frustración*. En ese instante, *rechazo*, *temor* y *enojo* reportaron las intensidades más bajas; sin embargo, el *aburrimiento* registró la más alta. Posiblemente debido a la continuidad de los actos a los que no saben sacar partido a los contenidos científicos. Suponemos que un mayor conocimiento de contenidos científicos podría favorecer una visión distinta sobre la conservación del ecosistema.

Cabe destacar que todas las emociones negativas menos *aburrimiento* incrementaron en el momento posterior a la intervención. Probablemente, los estudiantes aun mantienen ideas alternativas resistentes al cambio que les genera emociones negativas a pesar del continuo feedback en torno a las ideas científicas clave. En lo que refiere al par durante-después, se aprecia que *tensión*, *susto* y *temor* reportaron los promedios más elevados a diferencia de *aburrimiento* y *rechazo*. En suma, el mayor aumento respecto a esa transición temporal corresponde a *temor* y *tensión*; favorablemente, no son cambios estadísticamente significativos.

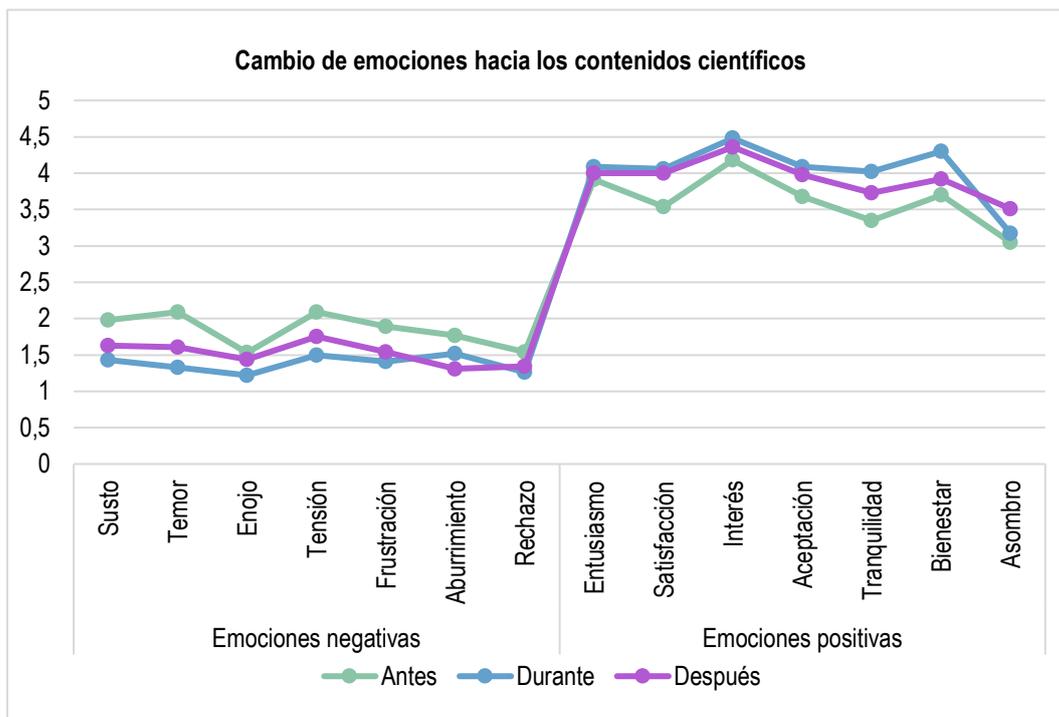
Si bien, este resultado aceptado mas no deseado, revela la necesidad de fomentar estrategias de regulación emocional en la formación inicial que conduzcan a mayor tranquilidad, seguridad y confianza en la vivencia de la metodología indagatoria, así como en el diseño de planes de lección. Por tanto, es imprescindible un dominio suficiente de los contenidos científicos y una articulación coherente con la naturaleza de la indagación que se aleje de la visión técnica y activista que prioriza los trabajos prácticos o emula el método científico; concepciones que suelen estar presentes en docentes en formación inicial y ejercicio (Windschitl et al., 2008; Rivero et al., 2017b).

Afortunadamente, se registró una disminución significativa para *aburrimiento*, con un pequeño efecto, al considerar los momentos antes y después. Esa merma es relevante pues como indicamos en un estudio previo (Retana-Alvarado et al., 2018b), el aburrimiento se relacionó negativamente con el interés; en otras palabras, el interés es menor conforme incrementa el aburrimiento. En este sentido, Pekrun et al. (2010) sostienen que la disminución en el aburrimiento se relaciona con una mayor motivación intrínseca, esfuerzo, autorregulación y rendimiento académico. En consecuencia, sostenemos que la selección de las ideas clave sobre los tópicos científicos, su contextualización y articulación con la metodología indagatoria contribuyen en la mayor intensidad que registra el interés personal de los futuros maestros.

En cuanto a las emociones positivas, *interés*, *entusiasmo* y *bienestar* son las más intensas antes de la intervención. En el siguiente momento, incrementaron todas las variables, especialmente *interés* y *bienestar*. Además, entre antes y durante se estableció un cambio estadísticamente significativo para *satisfacción*, *tranquilidad* y *bienestar* con tamaños de efecto altos en provecho del momento intermedio. Sin embargo, las variables que aumentaron durante la intervención disminuyeron después de la misma. En este sentido, los resultados indican que *bienestar* y *tranquilidad* son las emociones que más mermaron después de la indagación, pero no representan cambios significativos en términos no paramétricos.

En relación con el antes y después, se halló que todas las emociones positivas incrementaron, registrando un cambio significativo para *satisfacción* con un tamaño de efecto moderado en provecho del último momento. A pesar de que se evidencia un incremento de las emociones negativas y una disminución de las emociones positivas al finalizar — en contraste con los momentos anteriores —, asumimos estos resultados como una oportunidad de mejora para futuras investigaciones. De todas formas, es destacable la mayor intensidad de las emociones positivas frente a las emociones negativas considerando los tres momentos.

Más allá de un análisis descriptivo e inferencial, también establecemos las causas próximas que justifican el cambio. En primer lugar, la asignatura integra los conocimientos didácticos con los contenidos científicos relacionados con Biología, tales como el estudio de los seres vivos, el cuerpo humano y los ecosistemas, generando en los futuros maestros una mayor manifestación de emociones positivas como *interés*, *entusiasmo*, *satisfacción*, *bienestar* y *aceptación*.



Gráfica VII.2. Cambio de las emociones hacia los contenidos científicos. Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, la formadora expresó en la entrevista que frente a estos contenidos están más predispuestos e interesados, así que los asumen con mayor cariño pues son más cercanos a su contexto cotidiano. Dentro de esta línea general, es destacable que las emociones son menos positivas cuando se trata de tópicos relacionados con Física y Química (Brigido et al., 2009). Consideramos que esta causa contribuyó en la disminución de las emociones negativas, en particular, el temor que actúa como obstáculo al comienzo del curso y que se acompaña de un conocimiento científico poco aprendido u olvidado, más aun conociendo que aproximadamente el 80% de los participantes no estudiaron un Bachillerato de Ciencias de la Naturaleza y Salud.

“(Estudiante: Kenia) Haber estudiado esta asignatura ha sido para mí un reto, ya que no la veía ni estudiaba conceptos relacionados con la naturaleza desde la ESO, lo que ha hecho que recuerde conceptos imprescindibles que tenía olvidados y que, tras haber investigado y estudiado, ha hecho que me dé cuenta de lo importante que es saber todo tipo de conocimiento científico relacionado con la naturaleza, pero, sobre todo los aspectos didácticos más destacados que hemos podido ver a lo largo de esta asignatura relacionado con los seres vivos, los ecosistemas y el cuerpo humano”.

En segundo lugar, los contenidos científicos se trabajan a partir de la integración de los conocimientos previos e intereses con las aportaciones de la formadora y la utilización de diversos recursos, mediante una metodología indagatoria que realiza conexiones con aspectos sociales, alejándose de hábitos propios de un modelo didáctico transmisivo como la memorización, repetición y dificultad. A los efectos de esta se estudia el ecosistema como un contenido integrador

con carácter formativo donde confluyen aspectos biológicos, sociales, económicos, políticos y ambientales en un ecosistema real, contextualizado sobre la base de una cuestión sociocientífica local que favorece los intereses de algunos sectores sociales y perjudica los de otros.

Dado que, al comienzo de la intervención, los futuros maestros conciben el ecosistema como la suma de sus partes prescindiendo de la interacción entre sus componentes, la formadora realiza un *feedback* constante ayudándoles a interiorizar que el concepto de sistema y la función de relación es medular en la definición, así como su condición de equilibrio y capacidad de autorregulación en el tiempo. Esto parece coherente con las dificultades asociadas con el aprendizaje del ecosistema que resaltan otros autores como Jiménez-Aleixandre (2014), Sánchez y Pontes (2010) en torno a la comprensión del ecosistema como un sistema formado por biocenosis y biotopo, omitiendo la interacción. Las siguientes unidades de información derivadas de la entrevista a la profesora y las observaciones de la práctica evidencian estas ideas:

“(Entrevista a formadora: 632-645, PEQU) El contenido clave es que entiendan que un ecosistema no puede ser alterado porque cualquier alteración que allí suceda produce un desequilibrio que tiene unas consecuencias negativas, no solo para ese ecosistema sino para todo lo que le rodea. Entonces incidimos mucho en trabajar el concepto de sistema, es clave que entiendan que un sistema puede ser el aula y que cualquier aspecto que modifiquemos va a generar un desequilibrio”.

“(Registro de observación 18: 12 de diciembre de 2016) Si se pierden especies, el sistema entra en desequilibrio. El sistema debe reaccionar buscando el equilibrio. Por ser un ecosistema tan especial le cuesta encontrar el equilibrio. La construcción, la contaminación, modificación de las dunas por extracción de arenas y deforestación alteran el equilibrio. El hombre ha reforestado con especies alóctonas. ¿Hace el hombre alguna acción positiva sobre ese ecosistema? Una de las acciones positivas ante la naturaleza es intentar declarar zona protegida o paraje natural”.

Hechas las consideraciones anteriores, consideramos que los cambios emocionales puede que se atribuyan a la naturaleza de los contenidos científicos y su estudio mediante una metodología indagatoria. Se utiliza un ecosistema costero próximo a la realidad de los estudiantes para incrementar su interés, conocimiento sobre el equilibrio del sistema y capacidad de reflexión en la toma de decisiones.

Estos resultados son coincidentes meridianamente con otros estudios que atribuyen las causas del predominio de las emociones positivas ante el aprendizaje de los tópicos científicos sobre Biología al contenido teórico, la metodología utilizada por el profesor, el interés personal, los resultados académicos, la capacidad y motivación por aprender (Borrachero, 2015; Borrachero et al., 2016; Brígido, 2014).

- **Metodología indagatoria**

En la tabla VII.3 y gráfica VII.3 sobresale la mayor intensidad de todas las emociones positivas a diferencia de las emociones negativas en el curso de la intervención indagatoria. 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 VII.3

Cambio de las emociones hacia la metodología indagatoria.

Variable	Momento de la intervención					
	Antes		Durante		Después	
	N		N		N	
	57		54		59	
	M	DE	M	DE	M	DE
Susto	2,11	1,22	1,30	,77	1,58	,93
Temor	2,32	1,27	1,33	,67	1,49	,90
Enojo	1,63	1,05	1,22	,50	1,39	,77
Tensión	2,11	1,14	1,50	,95	1,85	1,11
Frustración	1,82	1,14	1,41	,84	1,47	,80
Aburrimiento	1,95	1,04	1,30	,69	1,34	,66
Rechazo	1,53	,91	1,19	,48	1,31	,65
Entusiasmo	3,60	,98	4,33	,70	4,32	,75
Satisfacción	3,56	,91	4,31	,86	4,34	,73
Interés	3,96	,73	4,46	,64	4,34	,73
Aceptación	3,67	,76	4,30	,69	4,20	,83
Tranquilidad	3,33	,99	3,87	1,01	3,85	,94
Bienestar	3,44	,96	4,22	,79	4,10	,92
Asombro	2,79	1,07	3,59	1,27	3,51	1,29

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Los resultados evidencian que todas las emociones negativas asumieron la intensidad 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, siendo *tensión* y *frustración* 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:

“(Estudiante: Macarena) Para dar el contenido de los ecosistemas teníamos que resolver nosotros 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 asumen mayor relevancia al negociar una decisión en un contexto donde grupos antagónicos defienden explicaciones contradictorias. Por tanto, reflexionamos 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 Punta Umbría 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”.

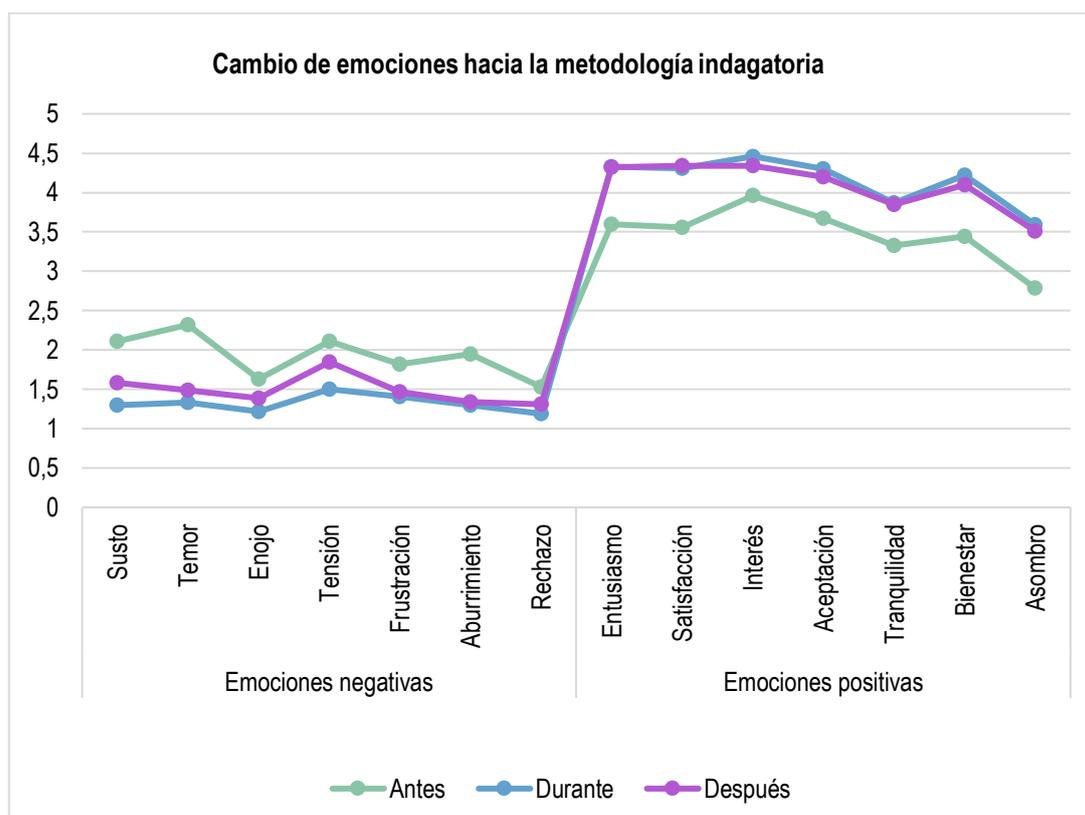
Dichosamente, al comparar el antes y después se aprecia una disminución de todas las emociones negativas, siendo notable para *susto*, *temor* y *aburrimiento* con tamaños de efecto pequeños. El escaso cambio detectado en relación con *tensión* es sugerente, aunque en la literatura ya se evidencia que la tensión 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. (2018a) sí revela resultados en virtud de ello, 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 cuyos tamaños de efecto son 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 antes y 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 actividades lo que involucra emocionalmente 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).



Gráfica VII.3. Cambio de las emociones hacia la metodología indagatoria. Fuente: Elaboración propia.

Del análisis descriptivo e inferencial se desprende que la intervención generó 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.

“(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, conduciendo a la excitación de 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”.

También, esta metodología considera los intereses de los estudiantes permitiendo 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 posibilitando 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 es coincidente 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”.

“(Estudiante: Isaac) Ha sido especialmente llamativo para mí el trabajar desde el error (en este caso, desde las ideas previas erróneas) 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 simplemente 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”.

“(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 sin problemas, siendo también una salida de convivencia, aunque me hubiera gustado más salidas de ese tipo, ya que nos permite también en cierto modo, 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, Costillo y Conde (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 puede que se correspondan 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 alternativa 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, recolección de evidencias científicas y puesta en valor del ecosistema.

- **Profesora**

Como se aprecia en la tabla VII.4 y gráfica VII.4, los resultados indican el predominio de las emociones positivas respecto a la profesora en el transcurso de la intervención.

Tabla VII.4

Cambio de las emociones hacia la profesora

Variable	Momento de la intervención						
	Antes		Durante		Después		
	N	M	DE	N	M	DE	
	57			54			59
Susto	1,49	,89	1,17	,42	1,37	,79	
Temor	1,68	1,15	1,15	,41	1,31	,79	
Enojo	1,39	,86	1,13	,48	1,25	,60	
Tensión	1,75	1,07	1,30	,69	1,46	,92	
Frustración	1,56	,95	1,20	,49	1,22	,59	
Aburrimiento	1,61	,82	1,22	,50	1,15	,41	
Rechazo	1,46	,80	1,07	,26	1,14	,47	
Entusiasmo	3,61	,88	4,43	,66	4,37	,72	
Satisfacción	3,82	,91	4,50	,61	4,53	,60	
Interés	3,93	,78	4,52	,57	4,44	,57	
Aceptación	4,09	,83	4,39	,63	4,44	,68	
Tranquilidad	3,68	1,07	4,48	,67	4,32	,78	
Bienestar	3,72	,96	4,37	,71	4,39	,70	
Asombro	2,72	1,236	3,56	1,369	3,49	1,37	

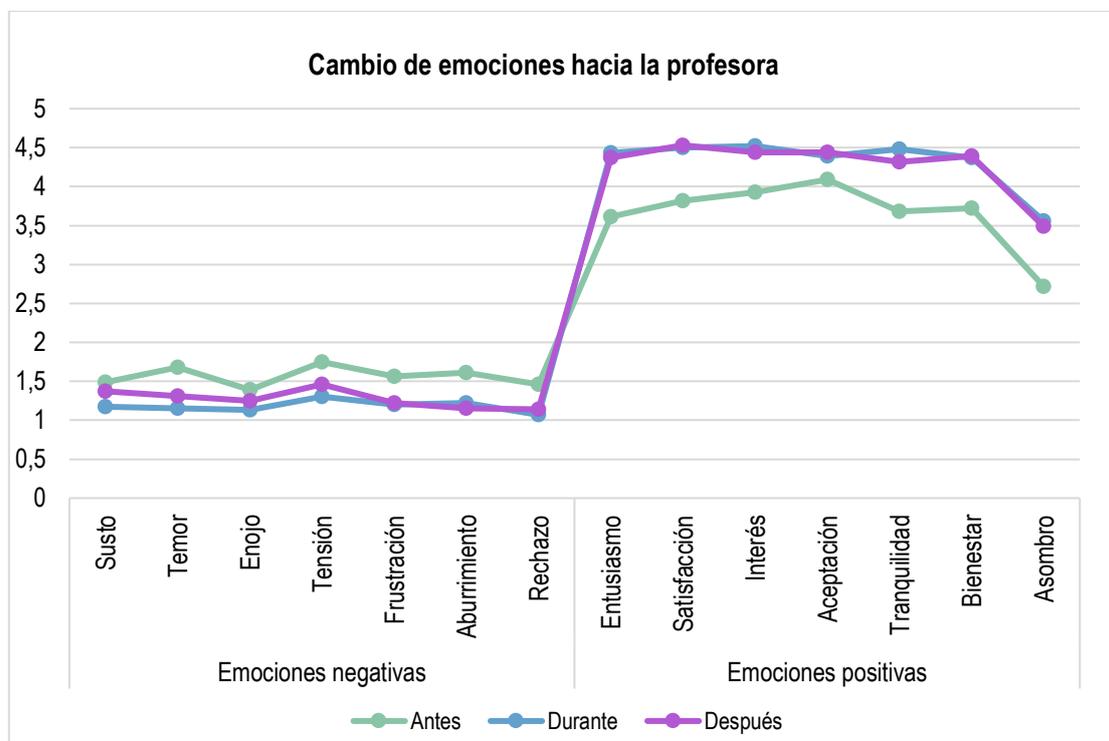
Nota: Fuente: Elaboración propia.

Al comienzo, todas las emociones negativas fueron más intensas en contraste con los siguientes momentos, especialmente *tensión* y *temor*. Más adelante, todas las emociones negativas disminuyeron, en particular, *temor*, *frustración*, *aburrimiento* y *rechazo* con tamaños de efecto pequeños. En ese momento *tensión* y *aburrimiento* alcanzaron los promedios más altos. Finalmente, todas las emociones negativas menos *aburrimiento* experimentaron un incremento, en particular *susto*, *temor* y *tensión*, pero esos cambios no son significativos. Al comparar el

momento previo y final se evidencia que todas las emociones negativas disminuyeron, siendo *aburrimiento* y *rechazo* las que experimentaron la caída más considerable, cuyos tamaños de efecto son pequeños. De nuevo, *tensión* registra la intensidad más alta en cada momento; por tanto, es un filtro de los estudiantes que actúa como factor limitante en su interacción con la formadora.

En cuanto a las emociones positivas, *aceptación*, *interés* y *tranquilidad* fueron las más intensas antes de la intervención. Más adelante, todas registraron mayor intensidad en el intermedio en comparación con el inicial. Así, *entusiasmo*, *satisfacción*, *interés*, *tranquilidad*, *bienestar* y *asombro* manifestaron el incremento más expresivo (tamaños de efecto medianos y altos). En ese instante, *interés* y *tranquilidad* alcanzaron las intensidades más altas.

Finalmente, mermó la mayoría de las emociones positivas, especialmente *tranquilidad*; por su parte, *satisfacción*, *aceptación* y *bienestar* expresaron un pequeño incremento a favor del momento final, ubicándose *satisfacción*, *interés* y *aceptación* como las emociones más intensas. Por último, entre el antes y después, todas las emociones positivas incrementaron, aunque de manera significativa *entusiasmo*, *satisfacción*, *interés*, *tranquilidad*, *bienestar* y *asombro* con tamaños de efecto medianos y altos.



Gráfica VII.4. Cambio de las emociones hacia la profesora. Fuente: Elaboración propia.

De todo esto se desprende una mejora en las emociones positivas y una disminución considerable de las emociones negativas. En primer lugar, como se infiere de la entrevista, posiblemente se debe a la madurez emocional de la formadora, quien es consciente de sus emociones,

transfiriéndolas desde su propio modelo didáctico a los futuros maestros para la conformación de un clima de aula favorable que afirma seguridad, tranquilidad y bienestar en las interacciones. De acuerdo con Newberry (2010), las relaciones entre profesor y estudiantes determinan un clima de aula, donde el rango de necesidades y emociones académicas es un desafío para el profesorado. La autora propone que la reflexión y la discusión guiada facilita el proceso de negociación para mantener relaciones positivas. En virtud de ello, la actividad emocional es gestionada a través del respeto hacia la integridad y las autoafirmaciones positivas como se ejemplifica en las siguientes citas:

“(Entrevista a formadora: 885-898: CAFÉ, CHUM, CPOS, PPOS) Es muy importante cómo tú seas emocionalmente para trabajar con las personas. Entonces, eso a qué me lleva, a un poco de lo que te he dicho antes a tratar a las personas que tengo allí como personas, a intentar trabajar siempre desde lo positivo, a intentar transmitirles a ellos la seguridad, tranquilidad, buen clima”.

“(Registro de observación 2: 28 de setiembre de 2018) La profesora comenta que las relaciones sociales son muy importantes para el bienestar. Esos hábitos saludables deben transmitirse desde el modelo del profesor”.

“(Estudiante: Hugo) Esto ha sido posible gracias al clima de diálogo y cercanía que se ha establecido en la clase, cosa que, sobre todo en la universidad, es raro y al mismo tiempo se agradece”.

Entonces se confirma una interacción positiva debido a las características particulares de la profesora y de los estudiantes que facilita la participación y el aprendizaje. Según Brinkworth, McIntyre, Juraschek y Gehlbach (2018) las relaciones entre profesores y estudiantes se encuentran en el corazón del entorno de aprendizaje. Dado que las aulas son fundamentalmente contextos sociales, sostienen que las intervenciones enfocadas en las interacciones son prometedoras para optimizar los resultados de los estudiantes, dado que aportan una comprensión más precisa de la naturaleza de las relaciones, cómo cambian en el tiempo y cómo mejoran.

“(Profesora novel, 31 de mayo de 2017) -Sobre la profesora todo positivo. Pues me encantó la forma de las clases, me resultó muy novedoso, me gustó mucho la relación alumno-profesora. Los alumnos, también positivos. Pero luego, era un grupo muy bueno en clase que participaba mucho, muy activo, con mucho que aprender”.

Desde luego, la percepción es favorable respecto a las emociones que exhiben los estudiantes en el proceso formativo:

“(Entrevista a formadora: 985-986, CMET/987-989/1000) Ellos también han sabido sacar lo positivo/Yo no he tenido ninguna sensación de que se hayan sentido mal, sino todo lo contrario/Creo que se han sentido bien”.

En segundo lugar, como se deriva de las declaraciones de los estudiantes, al parecer la formadora posee vocación para la enseñanza de las ciencias que se traduce en labor emocional, pues manifiesta interés para apoyar a los estudiantes ante cualquier dificultad. De acuerdo con Fajet et

al. (2005), los maestros en formación inicial conciben la enseñanza principalmente como una tarea que involucra relaciones afectivas e interpersonales más que como una profesión que requiere un profesional capacitado y con conocimientos. También, como se deduce de la entrevista, la profesora reflexiona sobre la progresión en el aprendizaje profesional, facilita la participación, el trabajo colaborativo, la discusión y el humor.

“(Estudiante: Hugo) Uno de los puntos de mayor relevancia que destacaría en esta reflexión sería la labor de nuestra docente, lo digo porque creo firmemente que encontrar un docente con esa vocación es una verdadera “tarea de investigación”. Con vocación me quiero referir a esas ganas de ver y observar cómo sus alumnos aprenden de verdad, participan en clase, trabajan en equipo, debaten, ríen, se divierten, se enfadan... Es realmente agradable ver cómo una profesora se interesa por sus alumnos, cómo ante cualquier dificultad o adversidad por pequeña que sea, está ahí para resolverla. Estas pequeñas cosas, que parecen insignificantes, son las que realmente diferencian a unos profesores de otros, las que hacen que los alumnos valoremos el trabajo y el esfuerzo realizado, mostremos verdadero interés y respeto tanto por las clases como por la labor del docente”.

En tercer lugar, la profesora es percibida por los futuros maestros como una facilitadora que acerca los contenidos científicos a las experiencias de la cotidianidad mediante una metodología que les provoca motivación e interés, incluso ganas de asistir a clases. La comprensión de los tópicos se amplifica debido a la reflexión sobre las actividades indagatorias que se realizaban en la clase.

“(Estudiante: Lucas) En lo que respecta a la profesora, ha sido una persona que nos ha puesto muchas facilidades y siempre se ha interesado por que nos quedase claro todo lo que explicaba. Además, ha hecho que las clases fuesen motivantes y lúdicas, siempre ha intentado acercarnos la materia a nuestras experiencias más cercanas de la vida cotidiana, para que la entendiésemos con más facilidad”.

“(Estudiante: Elif) Debo reconocer que en cuanto supe que tenía que dar esta asignatura, pensé de forma negativa hacia ella pues es una de las que no me gustaba durante mi etapa en Educación Primaria. En los primeros días de la asignatura salía del aula pensando de igual forma, inclusive hubo un día que lo pasé fatal. Pienso que los motivos de que mis pensamientos fuesen negativos radican en la forma en la cual me impartieron estos contenidos en primaria: todo muy tradicional, basado en la memorización y sin tener en cuenta los intereses del alumnado. A medida que fueron pasando las clases, yo misma noté un cambio de actitud hacia la asignatura pues asistía con ganas, motivación e interés por aprender. Este cambio lo achaco a la profesora (de forma positiva) y su manera de impartir las clases, pues se interesó en que experimentáramos, descubriéramos y reflexionáramos sobre las actividades que hacíamos, que aprendiéramos de nuestra experiencia”.

Significa entonces que las causas que generan el cambio, posiblemente se corresponden con el perfil vocacional y afectivo de la formadora, quien promueve relaciones auténticas con los futuros maestros a través de su labor emocional, transfiriendo emociones positivas en el clima de aula. También, facilita los contenidos científicos con las experiencias cotidianas y la reflexión sobre las actividades indagatorias contribuyendo en un incremento de la motivación y el interés.

- **Clima de aula**

Al comienzo de la asignatura, la manera en cómo se presenta el formador, el gusto que transmita hacia los contenidos, las competencias emocionales que promueva, la gestión del espacio y las interacciones afectivas que establece podrían condicionar las emociones que los maestros en formación vaticinen y experimenten hacia el clima de aula y otras dimensiones. Derivado de la validación del instrumento por prueba piloto se evidenció que, al inicio de la asignatura, los sujetos vaticinaron con mayor intensidad emociones positivas en contraste con emociones negativas. Para ilustrar esto, *interés* y *tensión* registraron intensidades medias más altas al comienzo del curso, tendencia que se mantuvo a lo largo de la intervención.

En el momento previo predominan las emociones positivas, especialmente *interés* y *aceptación* evidenciándose mayor intensidad a diferencia de las emociones negativas (ver tabla VII.5 y gráfica VII.5). Los resultados indican mayor intensidad en todas las emociones negativas a diferencia de los siguientes momentos cuando se aprecia disminución significativa en la mayoría para los pares antes-durante y antes-después, mas no en durante-después, cuyas diferencias son mínimas. Al inicio, *tensión* y *aburrimiento* fueron las emociones negativas que experimentaron principalmente.

Tabla VII.5

Cambio de las emociones hacia el clima de aula

Variable	Momento de la intervención					
	Antes		Durante		Después	
	N	M	DE	N	M	DE
	57		54		59	
Susto	1,53	,85	1,15	,49	1,25	,58
Temor	1,54	,95	1,15	,36	1,39	,74
Enojo	1,53	,87	1,20	,56	1,24	,54
Tensión	1,84	,96	1,46	,88	1,46	,86
Frustración	1,60	,90	1,19	,44	1,36	,66
Aburrimiento	2,04	1,07	1,43	,69	1,39	,77
Rechazo	1,58	,78	1,28	,60	1,34	,63
Entusiasmo	3,53	,98	4,00	,72	3,83	,93
Satisfacción	3,56	,96	4,11	,74	4,03	,81
Interés	3,74	,79	4,06	,74	4,02	,82
Aceptación	3,77	,91	4,13	,70	4,14	,82
Tranquilidad	3,58	,91	4,04	,87	4,08	,84
Bienestar	3,56	1,05	4,06	,83	4,02	,90
Asombro	2,68	1,07	3,19	1,43	3,27	1,31

Nota: Fuente: Elaboración propia.

En el momento durante se detectó un incremento en todas las emociones positivas, particularmente *satisfacción*. Una vez más, *aceptación* registró la intensidad más alta; esta implica aprobación y afinidad entre pares y formadora. Todas las emociones negativas experimentaron una caída, en especial *aburrimiento* y *frustración*. Al mismo tiempo, *tensión* se mantuvo como la emoción negativa más fuerte que implica excitación. Interpretamos que la visita al ecosistema y la actividad de meditación en la playa contribuyó en resultados muy favorables, lo cual se evidencia

en caída de todas las emociones negativas e incremento de todas las emociones positivas. Esto parece coherente con lo que resaltan Costillo et al. (2018) sobre el suscitar del interés y la mejora en la motivación de los futuros maestros cuando participan en salidas al medio natural.

Por otra parte, creemos que la respiración consciente en el ejercicio de la meditación repercute en la mayor intensidad registrada para la *aceptación*, *satisfacción*, *bienestar* e *interés*. El estudio de Marfil (2016) revela resultados positivos en virtud de ello, pero en el contexto de estudiantes de Primaria y Secundaria, en el que a través de un programa de intervención emocional basada en la técnica *mindfulness* se reporta una mejora en la atención y reducción del estrés. El siguiente extracto de la narrativa de un futuro maestro ejemplifica el efecto positivo de esta técnica.

“(Estudiante: Isaac) Destacar esta foto que pude tomar en la visita a los Enebrales de Punta Umbria, la tomé justamente después de realizar la actividad de relajación en la cual me sentí muy bien y pude liberar todo el estrés que tenía dentro. Es por ese motivo por el que quería dedicar un espacio de mi carpeta a esta foto, ya que esta actividad me ayudó mucho aquel día, recuerdo que ese día llegué tarde al trabajo pero más motivado que nunca”.



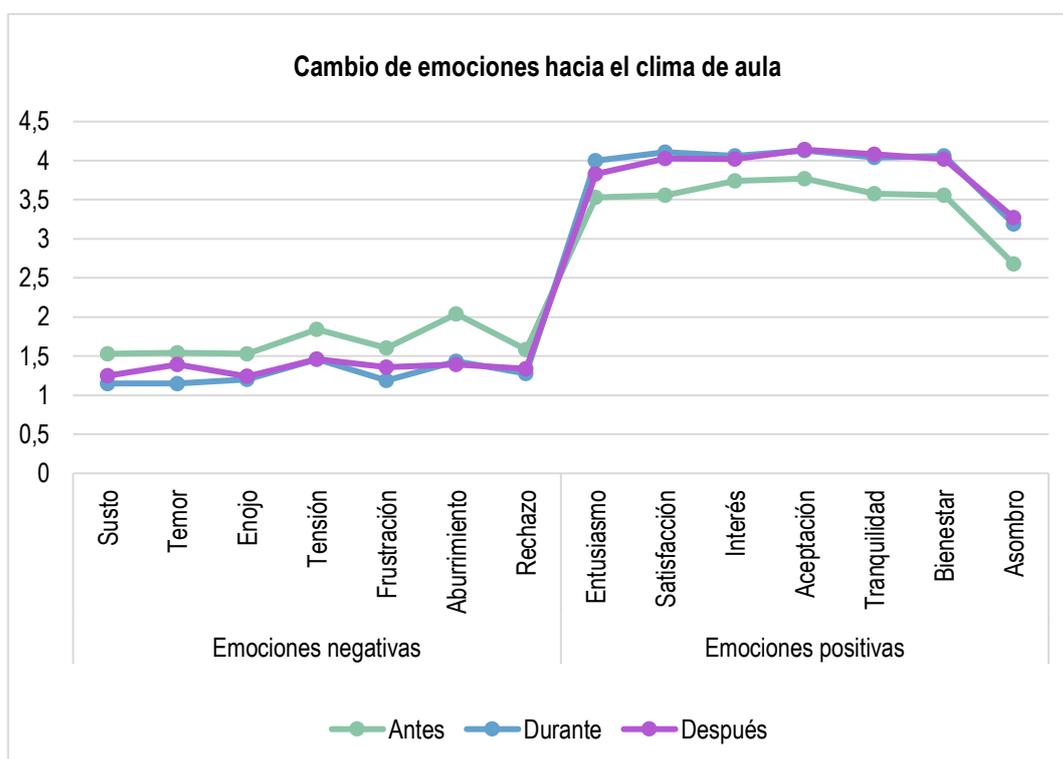
En nuestro estudio se detectó que entre el par antes-durante se establecieron diferencias significativas en la mayoría de las emociones excepto en *rechazo*, *entusiasmo*, *satisfacción*, *tranquilidad* y *bienestar*. Al finalizar, no todas las emociones positivas incrementaron respecto al momento intermedio, no hubo diferencias significativas entre el par durante-después en ninguna, pero sí en *satisfacción* y *tranquilidad* para el par antes-después. Al comparar los momentos previo y final se halló que todas aumentaron, destacándose *tranquilidad* y *bienestar*.

Los hallazgos indican que después de la intervención, *aceptación*, *tranquilidad* y *asombro* aumentaron e *interés* se mostró constante respecto al momento intermedio. *Aceptación* fue la que más incrementó. Es más, *interés* junto con *bienestar* no contribuyó en definición de diferencias significativas entre durante-después. Al comparar los momentos inicial y final, se aprecia que todas las emociones negativas disminuyeron, en particular *aburrimiento* y *tensión*, que reportaron diferencias significativas. Al diferenciar los resultados entre durante y después se detectó que *susto*, *temor*, *frustración* y *rechazo* se intensificaron levemente, mientras que *aburrimiento*, *enojo* y *tensión* disminuyeron sutilmente, hay ausencia de diferencias significativas en todo el conjunto negativo para ese par temporal.

Se aprecia que la intervención facilitó el cambio en emociones positivas y negativas frente al clima de aula en los tres momentos. Estos hallazgos son similares a los descritos en estudios previos con futuros maestros (Dávila et al., 2015; Marcos-Merino, Esteban y Gómez, 2017) en los que

mediante intervenciones basadas en metodologías experimentales se evidencia cambio en emociones positivas y disminución en emociones negativas. Si bien, esas evocan emociones hacia contenidos científicos y prácticas de laboratorio, nuestros hallazgos representan una aportación a la Didáctica de las Ciencias Experimentales en España, pues a la fecha no se había documentado sobre intervenciones de regulación emocional e indagación basada en cuestiones sociocientíficas que enfatizan sobre la dimensión emocional del clima de aula.

A pesar de que se registraron diferencias significativas y potencias altas en la mayoría de las variables según el momento, se obtuvo valores de tamaño del efecto pequeños (emociones negativas) y medianos (emociones positivas) para los pares antes-durante y antes-después correspondientemente. Aunque, el propósito no es la generalización, los resultados son favorables y representan oportunidad para reflexionar sobre estrategias de autorregulación y el rol que desempeñan dentro del modelo de conocimiento profesional.



Gráfica VII.5. Cambio de las emociones hacia el clima de aula. Fuente: Elaboración propia.

Según se ha visto, la intervención contribuyó en el predominio de las emociones positivas. A partir de la triangulación de los datos derivados de la entrevista a la formadora, las observaciones del investigador, la entrevista a la profesora novel y la narrativa de los estudiantes establecemos posibles razones que justifican el cambio de las emociones en el clima de aula. En primer término, la formadora contribuyó en establecer un clima emocional interpersonal adecuado, pues se apreció que mantuvo una relación cercana y respetuosa con los futuros maestros cuando les preguntaba

cómo se sentían y eso estrechaba la relación afectiva pues perciben que existe una interacción multidireccional. De acuerdo con Según Brinkworth et al. (2018), si los estudiantes perciben cuánto les respeta y alienta son elementos clave en la asociación entre las relaciones profesor-estudiante y el esfuerzo. Por consiguiente; los autores señalan que los estudiantes pueden esforzarse más y rendir mejor para los profesores a quienes les gusta.

“(Registro de observación 1: 26 de septiembre de 2016) La profesora enfatiza en que se generarán lazos entre estudiantes y formadora. Partimos de un principio de que somos personas. Es muy importante que haya vínculos y se genere un buen clima”.

“(Registro de observación 11: 14 de noviembre de 2016) La profesora sostiene que el maestro debe dar confianza y respeto. Respetando y siendo respetado se facilita el clima de trabajo. Eso hace que haya tranquilidad, así se configura el aprendizaje. Tenéis que respetar y ser respetados. Generar un clima de tranquilidad para intervenir sin miedo”.

“(Registro de observación 11: 14 de noviembre de 2016) El clima de clase es el principal beneficio. Crear un clima de trabajo y de afecto entre el profesor y el alumno, donde todo el mundo se sienta a gusto y pueda aprender. Si alguien siente que le están faltando el respeto tiene todo el derecho de decirlo”.

En la línea de Hagenauer et al. (2015) consideramos que estas acciones son de gran provecho dada la capacidad que posee la formadora para establecer buenas conexiones con los futuros maestros, como se deduce de la observación del investigador, las percepciones de los estudiantes y de la profesora novel; por consiguiente, podrían configurar un modelo orientador de la propia formación inicial. Entonces, desde el comienzo de la asignatura, se establece un clima emocional interpersonal que permite a todos sentirse tranquilos, alegres y cómodos. La experimentación de esas emociones positivas tiene un efecto catalizador en la producción de hormonas como endorfinas y dopamina que son responsables de felicidad, bienestar, calma, motivación, entre otros efectos beneficiosos (Casafont, 2014), como se ejemplifica en el siguiente fragmento:

“(Registro de observación 1: 26 de septiembre de 2016) La profesora comenta hay que ser feliz. ¿Por qué no podemos sonreír en el aula? Mientras más emociones positivas logramos más aprendizaje. Mientras sonreímos generamos endorfinas que benefician nuestros organismos. Mientras más tiempo estéis sonriendo mejor para vuestro organismo y para vuestra mente porque vais a estar más abiertos al aprendizaje”.

También, ese clima de aula adecuado motiva a asistir a clases de manera voluntaria porque disfrutan de la asignatura y se sienten cómodos estando allí, como se expresa en la siguiente cita:

“(Entrevista a profesora novel, 31 de mayo de 2017): Investigador: - ¿Y crees que había un buen clima de aula? Profesora novel: -Sí, buenísimo. De hecho, casi siempre venían todos los alumnos. En la carrera, en una Licenciatura nadie te obliga a ir a clase y menos esta formadora que no pasa lista. Entonces, el que va es porque va voluntario, porque le gusta la asignatura, porque se lo pasa bien en clase, está a gusto y eso se notaba en el día a día que venían muchos alumnos”.

“(Entrevista a profesora novel, 31 de mayo de 2017): Para mí fue perfecto. Había muy buen ambiente. La gente participaba mucho de forma voluntaria. Había incluso muchos ratos de trabajo común. Se comportaban bien, de verdad estaban trabajando. Y eso es difícil en un grupo tan numeroso, porque en las clases había bastantes personas”.

“(Estudiante: Elif) Yo misma noté un cambio de actitud hacia la asignatura pues asistía con ganas, motivación e interés por aprender”.

Como se deduce de la entrevista y la observación, la formadora fomentó un clima de gestión de la disrupción sin actuar de manera coercitiva, proporcionando apoyo afectivo a los participantes. En particular, resaltaba acontecimientos positivos sin castigar acciones erróneas, dudas o temores que surgían; si alguien contestaba de manera equívoca corregía sin dar importancia a cuestiones negativas y prescindiendo de la comparación entre estudiantes. También, sus acciones declaradas en la entrevista son coincidentes con lo que realmente hace en clase:

“(Registro de observación 11: 14 de noviembre de 2016) La profesora comenta que en un modelo alternativo se hace hincapié en subsanar el error. ¿Qué debemos conseguir en ese modelo alternativo? Se pretende conseguir un clima de aula adecuado para que el alumno intervenga. El docente pierde autoridad si se convierte en un señalador del error. El maestro debe dar confianza y respeto”.

De igual manera, la formadora promueve la reflexión sobre los acontecimientos que ocurren en el aula y gestiona las situaciones precursoras de emociones negativas en los participantes desde una perspectiva de regulación emocional, como se evidencia en la observación del investigador:

“(Registro de observación 11: 14 de noviembre de 2016) La profesora en previo acuerdo con un estudiante creó una escena en la que le abochornaba, solicitándole que saliera del aula por cometer errores en la prueba. Los alumnos y yo como investigador quedamos desconcertados y sorprendidos, pues ese comportamiento no era coherente con lo que se promulgaba desde el comienzo de la asignatura. Más adelante, sostuvo que ese acontecimiento no era real, sino una recreación para promover la reflexión. Entonces, preguntó cómo se sentían, recalcó que la actividad buscaba que fuesen conscientes tanto de sus emociones como de los efectos negativos que puede tener un manejo inapropiado de las emociones del profesor sobre los estudiantes. Así que, reflexionaron sobre cuál sería la conducta apropiada y cómo gestionarla”.

Por consiguiente, en esta formación se suministran herramientas para que los futuros maestros gestionen sus respuestas emocionales a través de discusiones reflexivas, momentos de humor, metáforas, autoinstrucciones positivas, entre otras:

“(Registro de observación 10: 9 de noviembre de 2016) Al iniciar la clase la profesora realiza la siguiente pregunta: ¿Quién nos cuenta un chiste?”

“(Registro de observación 6: 17 de octubre de 2016) Tenemos dos opciones en la vida cotidiana: mirar con ojos de abeja o mirar con ojos de mosca. Ya que vivimos aquí hay que mirar lo positivo. Mirar con ojos de mosca se va metiendo en el cerebro. Tenemos que mirar lo positivo de las cosas. Cuando decimos algo malo debemos cambiarlo por algo bueno. Esta reflexión se realizó después de que la profesora saludó a los estudiantes de forma muy positiva”.

“(Registro de observación 2: 28 de setiembre de 2018): Es importante utilizar un lenguaje positivo. Hay que resaltar lo positivo, eso aumentará nuestra autoestima”.

“(Registro de observación 13: 21 de noviembre de 2016) Al iniciar la clase la profesora menciona: A mal tiempo, buena cara”.

Consideramos que el humor en la clase de ciencias facilita un clima emocional distendido que estimula la aparición de emociones positivas como alegría, aceptación, satisfacción y bienestar, las cuales llevan a los estudiantes a desenvolverse con seguridad en las discusiones grupales. Sobre ello, Ritchie et al. (2011) sostienen que el humor sincronizado y la risa por parte del profesor y los estudiantes conduce a interacciones dialógicas exitosas en las que éstos tienen oportunidades de demostrar su fluidez con el contenido científico.

También, se generó un **clima académico instruccional** que incentiva las interacciones entre pares mediante el trabajo grupal, la participación y realimentación sobre los tópicos científicos. En este sentido, como se deduce de la entrevista, se brinda apoyo para que mejoren sus creencias de autoeficacia ante la realización de las actividades indagatorias que demanda de ellos seguridad, confianza y esfuerzo. Este resultado va en la línea de Membiela, Vidal y González (2018) quienes sostienen que las percepciones de autoeficacia se relacionan en sentido positivo con la motivación intrínseca, el compromiso y las emociones positivas hacia la ciencia. También, estos autores indican que una mejora de la percepción de la autoeficacia en la enseñanza se relaciona con una formación previa más amplia en ciencias en Bachillerato. Por su parte, Chiang y Liu (2013) sostienen que la autoeficacia y el valor de la tarea son predictores del rendimiento en relación con sus emociones.

En definitiva, las principales razones que fundamentan el cambio en las emociones, posiblemente se relacionan con la conformación de un **clima emocional interpersonal** auténtico, un **clima académico instruccional** y un **clima de gestión de la disrupción**, promovidos no solo por una metodología indagatoria sino por la habilidad que posee la formadora para establecer vínculos cercanos con los futuros maestros, sin que esto implique pérdida de su autoridad o respeto en la gestión de la disciplina.

Ese clima que les inspira gusto por asistir a clases, confianza, disfrute, tranquilidad y alegría es apoyado por estrategias de regulación emocional como el humor, la salida al medio natural, las metáforas, las autoinstrucciones positivas y la meditación, que en conjunto fomentan la reflexión sobre la mejora de las respuestas emocionales ante comportamientos particulares en la enseñanza de las ciencias, así como eludir la aparición de emociones negativas que obstruyen las interacciones. Cabe recordar que el clima de aula no solo lo genera el docente a través de su metodología o perfil afectivo-profesional, sino también lo amplifican o filtran las particularidades de los estudiantes en la complejidad de un escenario donde convergen múltiples variables cognitivas, sociales y afectivas.

CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES FORMATIVAS

Contenido General del Capítulo VIII.

VIII.1. Conclusiones relacionadas con los problemas de investigación.

VIII.2. Limitaciones asociadas al estudio.

VIII.3. Implicaciones para la formación inicial de los maestros.

VIII.4. Perspectivas futuras de investigación.

CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES FORMATIVAS

El propósito de esta Tesis Doctoral ha sido describir y analizar el cambio en la intensidad de las emociones de maestros en formación inicial (estudiantes, en adelante) sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias basada en la indagación, en el transcurso de una asignatura de DCE con una intervención indagatoria sobre una cuestión sociocientífica controvertida. En este sentido, hemos analizado las emociones que se exhiben al comienzo, durante y después del curso; los cambios detectados frente a la asignatura, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, la profesora y el clima de aula; así como el establecimiento de las causas y los obstáculos relacionados. También, se ha descrito la interacción de las emociones en la práctica de aula.

Para alcanzar estos propósitos realizamos una investigación-acción de carácter mixto, en la que se diseñó, validó y administró un cuestionario de autoinforme para el diagnóstico y el seguimiento en los momentos antes, durante y después de la intervención; asimismo, se diseñó e implementó una intervención que incluye prácticas científicas y estrategias de regulación emocional, se elaboró un sistema de categorías con carácter tentativo que permitió analizar una práctica de aula que asume relevancia de las emociones desde un modelo de conocimiento profesional coherente con la Hipótesis de la Complejidad.

Finalmente, se realizó una triangulación metodológica con aproximación de procedimientos cuantitativos y cualitativos, considerando los resultados derivados de los cuestionarios completados por los estudiantes y la entrevista a la formadora, además del uso de descriptores de baja inferencia o unidades de información como evidencias derivadas de la observación participante del investigador, la percepción de una profesora novel a través de la entrevista y las percepciones declaradas de los estudiantes en las narrativas. Todo ello, conduce al establecimiento de las conclusiones relacionadas con los problemas de investigación, la identificación de las limitaciones, el planteamiento de implicaciones formativas y perspectivas futuras de investigación.

En respuesta al problema principal formulado: *¿Hay un cambio en las emociones de maestros en formación inicial, según las distintas dimensiones de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación que se movilizan en el aula? ¿Cuáles son las causas?*

Los resultados permiten concluir que existe un cambio significativo en las emociones que experimentan los estudiantes frente a la asignatura, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, la profesora y el clima de aula en el transcurso de una intervención indagatoria. Es decir, **los hallazgos reportan un incremento significativo de las emociones positivas y una disminución también significativa de las emociones negativas.**

Las causas que dan razones del cambio se relacionan con la enseñanza y el aprendizaje de una asignatura de DCE que integra la educación emocional con el CDC sobre el ecosistema y los problemas profesionales de la práctica. **El cambio es facilitado por el perfil afectivo-profesional de la formadora, quien transfiere emociones positivas inmersas en el CDC desde su propio modelo didáctico, en la complejidad de la reflexión y la práctica que inciden en un clima de aula favorecedor de las relaciones interpersonales y el aprendizaje. Además, el cambio se facilita porque los contenidos científicos están contextualizados en una intervención basada en la metodología indagatoria que actúa como catalizador en la resolución de una cuestión sociocientífica controvertida, mientras que las particularidades de los estudiantes amplifican o filtran ese clima.**

A continuación, se presentan las conclusiones a los problemas más específicos.

VIII.1. Conclusiones relacionadas con los problemas de investigación

- a) *¿Qué emociones experimentan los estudiantes de todos los grupos de Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I respecto a la asignatura, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, el profesor/a y el clima de aula al comienzo del curso? ¿Qué diferencias se establecen en la intensidad de las emociones en función del género?*

Como señalamos en Retana-Alvarado et al. (2017), del estudio multivariante en el que participaron todos los estudiantes matriculados en los cuatro grupos (T1, T2, T3 y T5) de la asignatura, podemos concluir que **los estudiantes sienten en mayor medida emociones positivas respecto a la asignatura, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, la profesora y el clima de aula.** En todas las dimensiones, **interés es la emoción positiva más intensa;** mientras que **tensión** es la emoción negativa más fuerte en relación con la asignatura, los contenidos científicos, la metodología indagatoria y el profesor; no obstante, el aburrimiento supera sutilmente a la tensión frente al clima de aula.

Los estudiantes experimentan emociones positivas con mayor intensidad hacia el profesor en comparación con las demás dimensiones. En cambio, la intensidad más alta de emociones negativas se corresponde con la asignatura y la metodología indagatoria. Por otra parte, los contenidos científicos se asocian con emociones positivas más intensas.

También, los resultados permiten concluir que las emociones sentidas por los estudiantes son diferentes según el género, en correspondencia con las dimensiones analizadas. **Las mujeres experimentan emociones positivas con mayor intensidad que los varones.** En tanto, **los hombres manifiestan emociones negativas más intensas que las mujeres.** En términos globales, las mujeres experimentan interés, entusiasmo, bienestar, satisfacción, aceptación y asombro; mientras que los varones perciben tensión, aburrimiento, enojo, frustración y rechazo en

mayor medida. En todas las dimensiones existen diferencias significativas para interés y tensión a favor del género femenino y masculino respectivamente.

El estudio de Retana-Alvarado et al. (2018d) reporta resultados coincidentes en este sentido, pero con jóvenes costarricenses de Educación Secundaria, de 13 a 20 años, quienes informan sobre sus emociones hacia el desarrollo de proyectos de indagación en el contexto de Ferias de Ciencia y Tecnología, dicha investigación registra que las mujeres experimentan todas las emociones positivas con mayor intensidad en comparación con los varones, estableciéndose diferencias significativas en entusiasmo a favor del conjunto femenino.

Sin embargo, nuestros hallazgos difieren de los resultados obtenidos por Brígido (2014), quien sostiene que los varones experimentan especialmente emociones positivas hacia el aprendizaje y la enseñanza de contenidos de Ciencias Naturales. De manera similar, Borrachero et al. (2014), en el contexto de formación de futuros profesores de Secundaria, hallaron que los varones informan las emociones positivas con mayor frecuencia que las mujeres, siendo el género femenino el que experimenta emociones negativas más fuertes.

b) ¿Qué emociones exhiben los estudiantes al comienzo de la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I?

Los resultados del estudio con el grupo de intervención (T1) permiten concluir, en primer lugar, que **los estudiantes exhiben mayoritariamente emociones positivas** con diferentes intensidades en referencia a todas las dimensiones de la enseñanza de las ciencias, al comienzo de la asignatura. Estos resultados no son coherentes con nuestra hipótesis: *“Al comienzo del curso, el alumnado vaticina emociones negativas con mayor intensidad a diferencia de las emociones positivas”*.

En términos generales, las principales emociones positivas que esperaban sentir son interés, entusiasmo y contento. **Las mayores intensidades de las emociones positivas se asocian con la profesora y los contenidos científicos**. Estos hallazgos corroboran los resultados de otras investigaciones realizadas con futuros maestros procedentes de distintas universidades españolas, que indican el predominio de emociones positivas ante el aprendizaje y la futura enseñanza de contenidos sobre Biología (Brígido et al., 2012; Brígido et al., 2013).

También, vaticinan emociones negativas como tensión, temor, frustración y susto. Como presentamos en Retana-Alvarado et al. (2018e), **las emociones negativas más intensas están relacionadas con la asignatura**. Algunas de las razones que explican esto se asocian con la percepción negativa desde la propia experiencia como estudiantes de asignaturas científicas con metodologías transmisivas basadas en la memorización de los contenidos, la evaluación sumativa y el incremento del aburrimiento; adicionalmente, la mayoría no estudiaban ciencias desde la ESO, pues la mayor procedencia de acceso a la universidad corresponde a casi el 80% de Bachillerato

de Ciencias Sociales y Humanidades. Esto va en la línea de otras investigaciones que resaltan emociones negativas debido al recuerdo de su propia escolaridad como estudiantes de Primaria y Secundaria (Brígido, 2014) y la relación con modelos didácticos transmisivos (Bonil y Márquez, 2011), la poca confianza en la capacidad para enseñar ciencias (Appleton, 2008), las bajas calificaciones y el desinterés hacia las ciencias (García-Carmona et al., 2014).

c) ¿Cómo varían las emociones positivas y negativas hacia la asignatura, los contenidos científicos, la metodología indagatoria, la profesora y el clima de aula, con una intervención indagatoria? ¿Qué cambios se detectan en las emociones en función del momento (antes, durante y después) de la intervención y el género?

Los resultados permiten concluir que las emociones positivas fueron experimentadas con mayor intensidad en comparación con las emociones negativas en el transcurso de la intervención. Además, todo el conjunto negativo fue más intenso en el momento inicial que en los demás.

Como señalamos en Retana-Alvarado et al. (2018c) en referencia a las emociones que los estudiantes del grupo T1 experimentan hacia la **asignatura**, entre el antes y durante se reporta un incremento significativo para entusiasmo, interés, tranquilidad, asombro, satisfacción y bienestar. Al concluir la intervención se registra un incremento para entusiasmo e interés y una disminución significativa para tranquilidad y bienestar. Finalmente, entre el antes y después se reporta un incremento de todas las emociones positivas, dicho cambio es significativo para entusiasmo, satisfacción, interés y bienestar.

Por otra parte, los resultados sugieren una disminución significativa en todas las emociones negativas durante la intervención. Entre el durante y después hay un incremento en todas las emociones negativas, siendo significativo para susto. Al comparar los momentos inicial y final, todas las emociones negativas disminuyeron, resultando significativo para frustración y aburrimiento.

En cuanto a los **contenidos científicos**, los hallazgos permiten concluir que entre el antes y durante todas las emociones positivas reportan un incremento en la intensidad; ese cambio es significativo para satisfacción, tranquilidad y bienestar. Entre el durante y después se registra una merma en entusiasmo, satisfacción, interés, aceptación, tranquilidad y bienestar; pero hay un incremento en asombro. **Entre el antes y después, los resultados sugieren un incremento de todas las emociones positivas; dicho cambio es significativo para satisfacción.**

Entre el antes y durante todas las emociones negativas presentan una caída; en particular, el cambio es significativo para susto, temor, tensión y frustración. Entre el durante y después se detecta un incremento para susto, temor, enojo, tensión, frustración y rechazo, además hay un

descenso para aburrimiento. Entre el antes y después disminuyeron todas las emociones negativas, dicho cambio es significativo para aburrimiento.

En relación con la **metodología indagatoria**, entre el antes y durante se reporta un incremento significativo para entusiasmo, satisfacción, interés, aceptación, tranquilidad, bienestar y asombro. Entre el durante y después se ha detectado una disminución en todas las emociones positivas. Finalmente, entre el antes y 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 después se registra una disminución de todas las emociones negativas, resultando significativo para susto, temor y aburrimiento. Entre el durante y después se detecta un incremento en todas. Finalmente, entre el antes y después hay una merma en todas las variables, resultando significativa para susto, temor y aburrimiento.

En referencia a la **profesora**, los resultados permiten concluir que entre el antes y durante hay un incremento significativo para entusiasmo, satisfacción, interés, tranquilidad, bienestar y asombro. Entre el durante y después se evidencia un incremento en satisfacción, aceptación y bienestar, así como una disminución en entusiasmo, interés, tranquilidad y asombro. Entre el antes y después se detecta un incremento significativo para entusiasmo, satisfacción, interés, tranquilidad, bienestar y asombro.

Por otra parte, entre el antes y durante disminuyeron todas las emociones negativas; dicho cambio es significativo para temor, frustración, aburrimiento y rechazo. Entre el durante y después hay un incremento en susto, temor, enojo, tensión, frustración y rechazo; asimismo, se reporta un descenso en el aburrimiento. Entre el antes y después, se detecta una caída en todas las emociones, siendo significativa para aburrimiento y rechazo.

En lo que respecta al **clima de aula**, como indicamos en Retana-Alvarado et al. (2018a), entre el antes y durante se detecta un incremento en todas las emociones positivas, dicho cambio es significativo para entusiasmo, satisfacción, tranquilidad y bienestar. Respecto al par durante-después, los resultados plasman un incremento en aceptación, tranquilidad y asombro, una merma en entusiasmo y satisfacción y una constante en interés y bienestar; pero no existen diferencias significativas en ninguna variable. Entre el antes y después se detecta un aumento en todas las emociones positivas; las diferencias son significativas en satisfacción y tranquilidad.

Además, todas las emociones negativas disminuyeron en el momento intermedio; dicho cambio es significativo para susto, temor, enojo, tensión, frustración y aburrimiento. Una vez finalizada, incrementó susto, temor, frustración y rechazo, asimismo disminuyó enojo, tensión y aburrimiento. Acerca del par antes-después, los hallazgos indican la disminución de todas las emociones negativas; las diferencias son significativas en tensión y aburrimiento.

En general, los resultados del estudio longitudinal acerca del cambio también sugieren que existen diferencias en las emociones en función del género. **En el transcurso de la intervención, los varones experimentan emociones negativas como susto, enojo, aburrimiento, frustración y temor con mayor intensidad que las mujeres. Por su parte, las mujeres sienten emociones positivas como interés y entusiasmo con más intensidad en comparación con los hombres. Respecto al clima de aula al igual que en la metodología indagatoria no se establecen diferencias significativas para las emociones positivas según el género.**

Estos hallazgos son relevantes para la formación inicial, pues en el estudio realizado por Oliveira, Reis y Tinoca (2018) con docentes y estudiantes portugueses de Educación Secundaria se reporta que no existen muchas diferencias entre género. Estos autores indican que no es posible afirmar que las prácticas docentes puedan favorecer un género u otro.

d) ¿Cuáles son las causas que facilitan el cambio de las emociones?

Las causas que dan razones del cambio en referencia a la **asignatura** se corresponden con el fomento de las competencias emocionales que motivan el bienestar personal y social en las relaciones interpersonales, así como el establecimiento de un clima emocional en la clase caracterizado por el predominio de seguridad y confianza. De este modo, hipotetizamos que el posible modelo didáctico personal de la formadora acoge las emociones positivas al CDC sobre el ecosistema y las transfiere a los estudiantes en la práctica de aula; estos factores afectivos son amplificados o filtrados por los estudiantes en el aprendizaje sobre la enseñanza de las ciencias basada en la indagación.

En este propósito, como se infiere de la entrevista a la formadora y la observación del investigador, la profesora emplea estrategias metacognitivas y de autorregulación para gestionar sus propias emociones y las de los futuros maestros, tales como metáforas, lectura de cuentos, cápsulas informativas sobre el cerebro emocional, autoafirmaciones positivas y reflexiones grupales. Esto parece coherente con lo que resalta Newberry (2010) acerca de que los docentes experimentados desarrollan maneras de gestionar el trabajo emocional de la enseñanza.

Como también se deduce de las declaraciones de los estudiantes y la observación del investigador, al parecer la actitud positiva de la formadora hacia la enseñanza y su capacidad de motivación intrínseca conducen a la transferencia de emociones positivas. Los estudiantes perciben el trato amable, interés y apoyo para que se sientan a gusto en clase. De acuerdo con Hagenauer y Volet (2014), no todos los profesores universitarios comparten la misma motivación intrínseca para enseñar y el mismo deseo de formar relaciones sólidas con sus estudiantes.

En el marco de estas ideas, **se utiliza una metodología indagatoria que actúa como catalizador de las interacciones e intercambios emocionales**, asimismo es percibida como una metodología capaz de potenciar el interés para el aprendizaje de los contenidos, considerando la

superación de las concepciones alternativas, formulación de preguntas, experimentación y reflexión. La evaluación formativa es un elemento regulador que contribuye a la corrección de las emociones negativas por la mejora de las emociones positivas en el contexto de una asignatura cuyo modelo de formación docente se sustenta sobre la integración del CDC y el conocimiento profesional de los problemas de la práctica. Así, como se desprende de la entrevista a la formadora y la observación; se consensua un acuerdo didáctico al comienzo del curso, mantienen un feedback permanente, evalúan la asignatura y el propio desempeño al finalizar la intervención.

En relación con el cambio de las emociones hacia los **contenidos científicos**, las causas radican en la propia naturaleza de los tópicos, pues corresponden al área de Biología. Por tanto, experimentan emociones positivas más intensas pues perciben la proximidad con sus experiencias cotidianas. Como se extrae de la entrevista a la formadora y la observación participante, las ideas científicas sobre el ecosistema, entre estas, el concepto de sistema, la condición de equilibrio y capacidad de autorregulación son continuamente resaltadas por la profesora en la práctica, de manera que, superen la concepción alternativa como la suma de sus partes o la percepción del medio desde una perspectiva antropocéntrica y asuman una actitud de conservación.

A los efectos de este, se estudia el contenido desde un ecosistema costero real, articulado a una metodología indagatoria sobre una cuestión sociocientífica local que favorece el razonamiento fundamentado en pruebas para la toma de decisiones informadas y el diálogo entre los representantes de ámbitos sociales, políticos, económicos y ambientales. En definitiva, la evidencia contribuye en la discusión reflexiva para asumir una posición a favor o en contra de un proyecto controvertido. De acuerdo con Couso (2009), la subcompetencia “utilizando la evidencia científica” representa una dificultad a superar en la formación inicial y permanente del profesorado.

El cambio de las emociones respecto a la **metodología indagatoria** está determinado por el tipo de actividades y los objetivos que estas persiguen. 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 evidencias 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.

Como se infiere de las declaraciones de los estudiantes, de la profesora novel y la observación del investigador, el cambio emocional en referencia a la **profesora** puede que esté causado por sus características personales y profesionales que inspiran tranquilidad, paciencia, disponibilidad y humor, en un clima de participación donde todos pueden aportar sin miedo a reacciones coercitivas, puesto que concibe el error como una forma de aprender y reflexionar. Entonces, los futuros maestros aprovechan estos facilitadores para mantener ese ambiente interactivo.

Además, como se deduce de la entrevista, la formadora no se limita a impartir contenidos a través de una metodología indagatoria, sino que desarrolla una labor emocional consciente basada en el fortalecimiento de las emociones positivas a partir del empleo de estrategias autorregulatorias, que a su vez, favorecen la transferencia y las interacciones. Según Sutton y Harper (2009), la huella de un maestro eficaz está construida en un ambiente de aprendizaje productivo utilizando el humor y la expresión de emociones positivas. Estos hallazgos son coincidentes con el estudio de Hagenauer y Volet (2014), cuyos resultados indican que los docentes universitarios disfrutaban de las clases en las que las relaciones entre profesor y estudiantes se perciben como productivas.

Por último, como se infiere de la entrevista, la formadora posee una actitud positiva hacia los estudiantes y sus necesidades, ha desarrollado habilidades de regulación emocional mediante procesos de autoformación, diálogos con colegas y reflexión sobre la práctica. Creemos que estas características podrían fundamentar la construcción de un modelo de profesor que sirva de referencia para la formación docente (Jiménez-Pérez y Wamba, 2004).

El **clima de aula** es generado tanto por la metodología indagatoria como por las características personales de los futuros maestros y la formadora en un contexto de convivencia donde las interacciones son multidireccionales; fundamentadas en el respeto, el diálogo y la empatía. Como se deduce de la percepción de la formadora, las observaciones del investigador, las declaraciones de los estudiantes y la entrevista a la profesora novel, las causas que justifican el cambio de las emociones en referencia al clima de aula están determinadas por el trato amable, el disfrute que

se transfiere al impartir los tópicos científicos, la organización de la clase y las interacciones. Por tanto, los estudiantes perciben comodidad para trabajar de manera colaborativa y asistir a clase.

Como se deriva de las declaraciones de los estudiantes y la observación del investigador se establece un **clima emocional interpersonal** a través de preguntas formuladas por la formadora que reflejan su interés hacia el bienestar colectivo, por ejemplo, ¿Cómo os sentís?, ¿Qué emociones os genera esta actividad?, ¿Qué tal el fin de semana? También, la gestión de la actividad emocional se lleva a cabo a través de diversas estrategias como el ejercicio de meditación en la playa que contribuye en el incremento de las emociones positivas y al parecer una percepción favorable sobre la reducción del estrés y el aumento de la motivación. Unido a lo anterior, se establece un **clima de gestión de la disrupción** que sustituye el castigo por apoyo afectivo. Así, se realiza reflexión sobre los acontecimientos de la clase, acompañada de ciertas dosis de diversión. Finalmente, el **clima académico instruccional** es promovido por la asignación de tareas, el feedback constante sobre los contenidos y el estímulo a la participación.

e) *¿Cómo interaccionan las emociones en la práctica de aula?*

Siguiendo a Gess-Newsome (2015), atisbamos que la interacción de las emociones en la práctica permea todo el esquema del modelo de conocimiento profesional. A partir de los hallazgos derivados del análisis de contenido y las vinculaciones, resaltamos que, posiblemente las relaciones se movilizan entre la dimensión práctica y la dimensión crítica de la Hipótesis de la Complejidad (Vázquez-Bernal et al., 2012). Si bien, no hemos estudiado el modelo didáctico ni la intervención profunda de la formadora (el foco está centrado en los estudiantes), inferimos de las evidencias halladas en su reflexión que la interacción se establece a través de relaciones dinámicas entre las categorías con carácter tentativo, las cuales informan y son informadas por el conocimiento profesional del formador, el conocimiento profesional de los tópicos específicos, el CDC en la práctica y los resultados de aprendizaje. **La interacción es amplificada o filtrada por facilitadores u obstáculos de naturaleza cognitiva y afectiva.**

En referencia a las bases del conocimiento profesional, como se deduce de la entrevista a la formadora, establecemos que la evaluación asume una función formativa y actúa como elemento regulador de la intervención. Se establece un acuerdo didáctico sobre las estrategias al comienzo del curso. En el desarrollo de la asignatura, se proporciona un *feedback* continuo, incidiendo sobre las ideas alternativas aun no superadas. Finalmente, los futuros maestros realizan autoevaluación y una prueba grupal en la que demuestran sus habilidades para el trabajo colaborativo mientras exponen emociones positivas.

El conocimiento didáctico aflora a partir de la concepción de la clase como un escenario manejable donde se establecen interacciones próximas entre pares y formadora debido a la transferencia emocional. Como se deriva de la declaración de la formadora, en ese espacio el conocimiento científico posee una cualidad transformadora que se refleja en su carácter democrático. Entonces,

se facilita la progresión de las ideas alternativas a partir del error mediante situaciones promotoras de razonamiento, en el contexto de una asignatura de DCE que además promueve corregir las emociones negativas hacia la ciencia que derivan de las etapas formativas previas en las que se ejecutaba un currículum abarrotado de contenidos. Los tópicos didácticos y científicos están relacionados entre sí con los problemas de la práctica profesional; su integración se alcanza a través de los conocimientos que aportan los futuros maestros, la formadora y diversos recursos.

Todo lo anterior interacciona con el conocimiento profesional sobre los tópicos específicos como el ecosistema. Los futuros maestros presentan ideas alternativas, pues lo consideran desde una perspectiva aditiva, sin considerar la función de relación. Entonces, se aportan ejemplos continuamente para destacar ideas científicas clave relacionadas con el equilibrio y autorregulación. El ecosistema se estudia desde un ecosistema real, próximo a la cotidianidad donde convergen relaciones entre aspectos ecológicos y sociales. Además, se prioriza la formulación de preguntas como práctica científica al comienzo de la indagación.

La metodología indagatoria es activada por las prácticas científicas que dan inicio en el conocimiento profesional de los tópicos específicos. Ahora bien, como se evidencia en la entrevista, se otorga un rol protagonista a los estudiantes quienes a través de esas cuestiones se aproximan al desarrollo de la competencia aprender a aprender. Entonces, desde una perspectiva de educación emocional, la formadora transfiere emociones positivas como tranquilidad, bienestar y disfrute durante la enseñanza, mientras reflexiona sobre las metáforas afectivas en aras de reconocer y gestionar sus propias reacciones emocionales. **En efecto, sus concepciones, emociones y metáforas son facilitadores que posiblemente amplifican las interacciones interpersonales y la puesta a punto del CDC en la práctica de aula.**

Hipotetizamos que las emociones se integran en la reflexión sobre la planificación de la enseñanza a esos estudiantes particulares, estableciendo un modelo didáctico y el CDC personal que se ajusta a dicho modelo declarado. Simultáneamente, las emociones se integran a la reflexión en la acción donde también desarrolla el CDC y habilidad (CDCyH) a través del feedback continuo en la práctica. Entonces, las emociones y el CDC de la formadora determinan el tópico particular en la interacción con el contexto de indagación.

Tal como se ha visto, en la práctica se establece un clima de aula promovido por las particularidades de los futuros maestros, la formadora, la metodología indagatoria, las condiciones físicas del aula y medio natural, así como las estrategias de regulación emocional. Se define un *clima académico instruccional* inclusivo sustentado en la realización de tareas individuales y grupales en un ambiente positivo que posiblemente contribuye en la motivación. A los efectos de este, como se infiere de la entrevista, la formadora retoma los conocimientos previos, aporta ejemplos, relaciona los temas con la cotidianidad, estimula la participación y brinda un trato amable. Se establece un *clima de gestión de la disrupción* favorable porque se resaltan las

conductas positivas, se corrige sin señalar o castigar y se incentiva la mejora de las creencias de autoeficacia. Resaltamos el *clima emocional interpersonal* positivo, debido a la utilización de estrategias de regulación que permitieron a los futuros maestros ser conscientes y gestores de su propia vulnerabilidad emocional.

La práctica de aula es filtrada por obstáculos o núcleos duros como emociones negativas y bajo dominio de los contenidos científicos que dificultan la progresión sobre el aprendizaje. Sin embargo, esto se contrarresta con la presencia de facilitadores como emociones positivas hacia la indagación y la motivación por asistir a clases, puesto que ese proceso de aprender a enseñar ciencias empieza a parecerse a la realidad que vivenciarán como maestros. Finalmente, puede que los resultados académicos informen a las bases del conocimiento profesional, el conocimiento profesional de los tópicos específicos de la asignatura y la práctica. Entonces, las emociones junto con la indagación permean todo el esquema del modelo.

f) *¿Cuál es la naturaleza de los obstáculos que dificultan el cambio e interacción de las emociones?*

Los resultados permiten concluir que el cambio y la interacción de las emociones en la práctica de aula están limitados principalmente por **obstáculos de naturaleza afectiva y cognitiva**, relacionados con la presencia de las emociones negativas y las concepciones alternativas sobre el ecosistema. Siguiendo a Gess-Newsome (2015), el CDC sobre ecosistema que moviliza la formadora en la práctica de aula está filtrado por las emociones negativas de los estudiantes que actúan como obstáculos en el aprendizaje de ese conocimiento base para la futura enseñanza. También, en la literatura científica se evidencia que las emociones negativas pueden obstruir la dinámica de las interacciones entre el profesor y los estudiantes (Dos Santos y Mortimer, 2003).

Como señalamos previamente, los futuros maestros exponen temor, tensión, aburrimiento, frustración y susto —aunque con intensidades menores que las emociones positivas— al comienzo de la asignatura de DCE. Esas emociones negativas están relacionadas con la evocación de las emociones experimentadas en su etapa como estudiantes de Primaria y Secundaria, debido a la prevalencia de un modelo didáctico transmisivo acompañado de un currículum estructurado y saturado de contenidos.

Si bien, todas las emociones negativas hacia las cinco dimensiones disminuyeron durante la intervención, resulta oportuno señalar que en el momento final se registra un incremento en la intensidad de la mayoría, pero mantienen una intensidad menor que las emociones positivas. En términos globales, al comparar el antes y después de la indagación sí hay una disminución de todas las emociones negativas, siendo significativas para aburrimiento, temor, susto, tensión y rechazo. También, la estabilidad de la tensión tiene una presencia relevante como obstáculo puesto que el cambio solamente es revelador respecto al clima de aula en el transcurso de la

intervención (Retana-Alvarado et al., 2018a). En cualquier caso, el cambio detectado en las emociones no es homogéneo para todas las dimensiones analizadas, pues como indicamos anteriormente, las causas están relacionadas con diversos aspectos recogidos en el sistema de categorías para el análisis de la reflexión así como la triangulación.

Por último, resaltamos que, los contenidos científicos estudiados en los ciclos formativos previos han sido olvidados por los estudiantes. Cabe recordar que aproximadamente el 80% de la muestra no cursaba una asignatura de ciencias desde la ESO. Por consiguiente, el dominio del contenido ecosistema es muy bajo al comenzar la intervención indagatoria. Los futuros maestros presentan concepciones alternativas que se alejan de las ideas científicas; en particular, carecen del concepto de sistema, omiten la función de relación entre los componentes que le constituyen, la condición de equilibrio y la capacidad de autorregulación. También podrían existir otros obstáculos de naturaleza ideológica, curricular y contextual, pero en este estudio no han aflorado.

VIII.2. Limitaciones asociadas al estudio

Previo a la presentación de las implicaciones formativas y las perspectivas futuras presentamos algunas limitaciones. La muestra utilizada en este estudio 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 DCE 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 fueron realizadas por dos profesores noveles en distintos momentos, incluso un grupo inició 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.

En referencia al cuestionario de autoinforme se incluyó un número alto de emociones positivas y negativas hacia cinco dimensiones de la indagación. Si bien, se obtuvo propiedades psicométricas fiabilidad y validez satisfactorias en los dos estudios de validación y en el estudio longitudinal; consideramos que, sería apropiado realizar una selección de aquellas emociones más comunes en la enseñanza de las ciencias —incluyendo pocas variables— con un significado más próximo a la realidad de los participantes, de cara a medir su intensidad; dado que, notamos la aparición de dudas en torno a la comprensión de los afectos durante la administración de los instrumentos a pesar de la incorporación del glosario.

Además, el cuestionario carece de ítems que permitan relacionar cada emoción con razones que justifiquen su experimentación; por tanto, a partir de los hallazgos obtenidos, en futuros estudios se puede incluir selección múltiple de posibles causas para que el participante indique las más

ajustadas a sus emociones o incorporar un ítem que solicite indicar la causa y justificación correspondiente. También, solicitamos a los estudiantes que señalaran el número de su Tarjeta Universitaria Onubense con el propósito de realizar el seguimiento anónimo del cambio de las emociones para cada participante y entrevistar algunos casos particulares en aras de indagar de manera más precisa sobre las causas relacionadas con dicha variación; sin embargo, no fue posible porque la mayoría no indicó esa información. Por consiguiente, a través de una aplicación web 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.

Por otra parte, reconocemos que los instrumentos de recolección de información se validaron con el criterio de tres expertos en DCE en términos cualitativos. En estudios futuros podrían enviarse a una muestra mayor de especialistas nacionales e internacionales junto con una rúbrica para que puntúen diversos criterios de calidad y justifiquen sus recomendaciones de mejora.

En cuanto a la prueba piloto, si bien, autores como Hernández et al. (2014) sostienen que se realiza con una pequeña muestra inferior a la definitiva, cuyas personas presentan características semejantes a las de la muestra objetivo; optamos por administrar el cuestionario a todos los estudiantes del grupo T1, pues nuestro propósito consistía en diagnosticar las emociones que esperaban sentir al comienzo de la asignatura, de tal manera que los resultados orientaran el diseño de una intervención para fortalecer las emociones positivas y corregir las negativas.

A los efectos de esta validación y en coherencia con estos autores, la profesora conversó con los estudiantes después de la aplicación del cuestionario para recoger sus opiniones con respecto a si las instrucciones y los ítems eran comprensibles, además si el lenguaje y la redacción eran adecuados. Enseguida, sometimos a prueba el instrumento para depurarlo a través del cálculo de la confiabilidad y la identificación de aquellas emociones cuyas propiedades psicométricas no eran satisfactorias en aras de ajustarlo. Como consecuencia, el empleo de la misma muestra no pareció una idea desatinada debido al alcance obtenido en términos de consistencia interna. Con vistas a futuras investigaciones, podría conformarse un pequeño grupo con estudiantes que matricularon la asignatura en el curso anterior para recoger sus apreciaciones sobre la claridad de los ítems y redacción; o en defecto de esa muestra reducida realizar la prueba con otro grupo de la asignatura en ese momento.

También, el sistema de categorías para el análisis de la reflexión posee un carácter tentativo y global que incorpora la Hipótesis de la Complejidad, la proyecta y actualiza. Así que en futuras investigaciones es posible fortalecer ese instrumento de segundo orden con categorías e indicadores emergentes a partir del análisis del contenido de la observación participante y las narrativas, cuya codificación previa se realizaría a través de la triangulación de varios investigadores para aportarle mayor fiabilidad y reducir el sesgo. Reconocemos que los hallazgos

relacionados con la interacción son muy inductivos debido a que se basan en una entrevista a la formadora; pero también subrayamos que representa un posible referente teórico sobre el rol que asumen las emociones como facilitadores u obstáculos en la transferencia del CDC, el cambio afectivo y aprendizaje en la complejidad del modelo de conocimiento profesional del profesorado.

Finalmente, resaltamos la complejidad de esta Tesis Doctoral desde el punto de vista metodológico, debido al análisis exhaustivo y riguroso de 210 variables hacia cinco dimensiones de la indagación para la descripción de las variaciones en la intensidad, según el momento de la intervención y el género de los participantes. Además, esa complejidad incrementa con la elaboración de un sistema de categorías con carácter aproximativo y provisional para intentar establecer la interacción de las emociones en la práctica de aula y los obstáculos implicados. Por añadidura, la triangulación desde diversas perspectivas también ha representado un reto en aras de alcanzar fiabilidad. Por consiguiente, consideramos que el alcance de esta investigación trasciende las limitaciones y abre nuevas líneas de estudio para la mejora de la formación inicial.

VIII.3. Implicaciones para la formación inicial de los maestros

Los hallazgos son trasladables a la práctica docente pues admiten reconocer que la indagación facilita en los futuros maestros la mejora en el efecto de sus emociones, en la resolución del problema sociocientífico que requiere implicación cognitiva, emocional y ética. Estos permiten plantear implicaciones formativas.

La formación inicial en el Estado Español o en otros países como Costa Rica debe paliar el efecto de las emociones negativas que generaron en futuros maestros un alejamiento hacia las ciencias, debido a modelos didácticos transmisivos en ciclos previos. Las intervenciones basadas en problemas sociocientíficos pueden contribuir en el incremento de las emociones positivas y la disminución de las emociones negativas hacia diversos ámbitos curriculares.

En la formación docente es necesaria la incorporación de la educación emocional dentro de un modelo de conocimiento profesional que incluya transversalmente el empleo de estrategias de metacognición y autorregulación emocional, de tal forma que las emociones positivas inmersas en el CDC del formador sean transferibles a los futuros maestros en un clima de aula idóneo que facilite progresión de madurez emocional y aprendizaje de contenidos científicos y didácticos. El diseño de intervenciones fundamentadas en la educación emocional también debe considerar las diferencias de género que se registran en este estudio.

La educación emocional podría incorporarse en el currículum mediante tratamiento integrado en los contenidos, apoyado de una intervención práctica y reflexiva, pues necesitan adquirir competencias emocionales, bienestar, efectividad y superar obstáculos en el desarrollo profesional. Eso implica que los formadores debemos poseer esas capacidades y enseñarlas mediante el propio modelo didáctico, resaltándolas explícitamente para que las incorporen dentro

del repertorio de competencias profesionales. El clima de aula es un requisito previo para conseguir dichas capacidades y empatía en las relaciones interpersonales. Es relevante involucrarles en reflexiones individuales y discusiones grupales acerca de las emociones y consecuencias negativas de una expresión emocional inapropiada. En la línea de nuestros hallazgos y en consonancia con Pipitone et al. (2018) consideramos significativa la dedicación de momentos para presentar, explicitar y reflexionar acerca de los cambios en las emociones en el contexto de intervenciones orientadas a la mejora de las emociones positivas y la autorregulación, de tal manera que se discutan las posibles causas y estrategias generadoras de dicho cambio.

La transferencia de los resultados de la investigación en la mejora educativa requiere también la formación de maestros en ejercicio, a través de reflexiones sobre y en la práctica para que desarrollen competencias emocionales mientras potencian el CDC. Según Badillo, Moreno y Couso (2016), las sinergias entre estrategias formativas como el uso de materiales ejemplares, observación de clases-modelo, análisis didáctico de vídeo-episodios de aula y discusión conjunta tienen mayor potencial para incidir en el CDC de los maestros en ejercicio.

VIII.4. Perspectivas futuras de investigación

El foco de las perspectivas de continuidad se centra en la propuesta de estudios que, por una parte, fortalezcan la fiabilidad, validez, objetividad y credibilidad del cuestionario de autoinforme y sistema de categorías para el análisis de la reflexión; por otra, completen la comprensión del problema de investigación y faciliten la transferencia de los resultados a otros contextos formativos.

En primer término, sería pertinente relacionar el cambio de las emociones con los resultados de aprendizaje sobre el contenido ecosistema; para ello, es necesario emprender el análisis del aprendizaje en términos de progresión (Alonzo y Gotwals, 2012; Duschl, Maeng y Sezen, 2011; Heritage, 2008; Rivero et al., 2017b) sobre la base del sistema de categorías propuesto.

En segundo lugar, se podría 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.

En tercer lugar, es posible el estudio sobre el cambio en la percepción de la profesora novel respecto a la indagación.

En cuarto lugar, proponemos un estudio correlacional con una muestra más amplia constituida por futuros maestros de diferentes universidades españolas, de tal manera que, a través de la modelización por ecuaciones estructurales se confirme la estructura factorial asociada con cada dimensión de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación. Los datos recogidos en ese estudio también podrían orientar el análisis comparativo de las emociones en función de la universidad y el género. Consideramos que ese análisis confirmatorio aportaría mayor rigurosidad,

con vistas a medir el cambio de las emociones en intervenciones indagatorias que priorizan otras prácticas científicas como la modelización y argumentación en la formación inicial y permanente.

En quinto lugar, es relevante la proyección de un estudio de revisión sistemática sobre la producción científica internacional acerca de las emociones en la enseñanza de las ciencias que revele cuáles son los autores más prolíferos, las principales líneas de investigación en dominio afectivo y las implicaciones para la formación docente.

En sexto lugar, siguiendo a Vázquez-Bernal et al. (2012) sería interesante un estudio de caso sobre el formador centrado en el análisis de la interacción de las emociones en el clima de aula que incida en las necesidades formativas y los obstáculos, con vistas a que los futuros maestros incorporen estrategias de regulación emocional en el diseño e implementación de unidades didácticas indagatorias en el Practicum (Vázquez-Bernal, Vázquez y Retana-Alvarado, 2018), todo ello en el marco de la Hipótesis de la Complejidad, el modelo de conocimiento profesional que incluye CDC y la perspectiva sociológica de interacción emocional (Turner, 2007). Según Couso y Adúriz-Bravo (2016) el diseño de las unidades didácticas constituye el núcleo de su profesionalización; así que estas permitirían superar las dificultades descritas por Rivero et al. (2017b) y Toma et al. (2017). Eso conduciría a otros estudios sobre la dimensión afectiva con niñas y niños de Primaria.

Estas perspectivas abren nuevos puentes para fortalecer relaciones académicas internacionales y representan un faro que ilumina el cambio educativo, especialmente en contextos que demandan innovación didáctica para asegurar el bienestar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaron, A., y Aaron, E. N. (2001). *Estadística para psicología*. (2ª ed.). Buenos Aires: Pearson Education.
- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., y Tuan, H. (2004). Inquiry in Science Education: International Perspectives. *International Journal of Science Education*, 38(3), 397-419.
- Acar, O., Turkmen, L., y Roychoudhury, A. (2010). Student difficulties in socioscientific argumentation and decision-making research findings: Crossing the borders of two research lines. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1191-1206.
- Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(1), 22-33.
- Aguerri, M., y Bravo-Torija, B. (2017). El uso de pruebas en la resolución de problemas reales en 4º de ESO: ¿debemos dragar el río Ebro? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 302-316.
- 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, J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 381, 259-284.
- Ainley, M., y Ainley, J. (2011). Student engagement with science in early adolescence: The contribution of enjoyment to students continuing interest in learning about science. *Contemporary Educational Psychology*, 36(1), 4-12.
- 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.
- Alderman, G. (2011). Classroom Climate. En S. Goldstein y J. A. Naglieri (Eds.), *Encyclopedia of Child Behavior and Development* (pp. 367-370). Nueva York, NY: Springer.
- Alonso-Tapia, J., y Fernández, B. (2008). Development and initial validation of the classroom motivational climate questionnaire (CMCQ). *Psicothema*, 20(4), 883-889.

- Alonzo, A. C., y Gotwals, A. W. (Eds.) (2012). *Learning Progressions in Science. Current Challenges and Future Directions*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Alvarado, C., Cañada, F., Garritz, A., y Mellado, V. (2015). Canonical pedagogical content knowledge by CoRes for teaching acid–base chemistry at high school. *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 603-618.
- Álvarez-Gragera, G. J. (2017). *Las emociones en el aprendizaje de la Tecnología del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria. Un programa de intervención basado en la Teoría de las inteligencias múltiples* (Tesis doctoral inédita). Universidad de Extremadura, Badajoz.
- Amat, A., y Sellas, I. (2017). Las emociones de los estudiantes de magisterio en relación con los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y de las matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias, n° extraordinario*, 2053-2058.
- 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.
- Appleton, K. (2008). Developing science pedagogical content knowledge through mentoring elementary teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 19, 523-545.
- Aragón, M. M., Oliva-Martínez, J. M., y Navarrete, A. (2014). Desarrollando la competencia de modelización mediante el uso y aplicación de analogías en torno al cambio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 337-356.
- Aydogan, H., Bozcurt, F., y Coskun, H. (2015). An Assessment of Brain Electrical Activities of Students toward Teacher's Specific Emotions. *International Journal of Psychological and Behavioral Sciences*, 9(6), 2037-2040.
- Bächler, R. C., y Pozo, J. I. (2016). I feel; therefore, I teach? Teachers' conceptions of the relationships between emotions and teaching/learning processes. *Infancia y Aprendizaje. Journal for the Study of Education and Development*, 39(2), 312-348.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., y Weiber, R. (2006). *Multivariate analysis methods: an application-oriented introduction*. Berlín: Springer.
- Badillo, E., Moreno, I., y Couso, D. (2016). ¿Cómo incidir en el conocimiento didáctico del contenido?: Análisis de una intervención formativa en maestros de matemática en ejercicio. En G. A. Perafán, E. Badillo y A. Adúriz-Bravo (Eds.), *Conocimiento y emociones del profesorado. Contribuciones para su desarrollo e implicaciones didácticas* (pp. 155-182). Bogotá: Editorial Aula de Humanidades.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Nueva Jersey, NJ: Prentice-Hall.

- Bandura, A. (1991). Social Cognitive Theory of Self-Regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 248-287.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Nueva York, NY: W. H. Freeman.
- Bar-On, R. (1997). *The Emotional Quotient Inventory (EQ-i): Technical manual*. Toronto: Multi-Health Systems, Inc.
- Bar-On, R. (2000). Emotional and social intelligence: Insights from the Emotional Quotient Inventory (EQ-i). En R. Bar-On y J. D. A. Parker (Eds.), *Handbook of Emotional Intelligence* (pp. 363–388). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Bell, B. (1998). Teacher development in science education. En B. J. Fraser y K. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 681-694). Dordrecht: Kluwer A. P.
- Bell, B., y Gilbert, J. (1994). Teacher development as professional, personal and social development. *Teaching and Teacher Education*, 10(5), 483-497.
- Bellocchi, A., Ritchie, S. M., Tobin, K., King, D., Sandhu, M., y Henderson, S. (2014). Emotional climate and high-quality learning experiences in science teacher education. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(10), 1301-1325.
- Bellocchi, A., y Ritchie, S. M. (2015). "I Was Proud of Myself That I Didn't Give Up and I Did It": Experiences of Pride and Triumph in Learning Science. *Science Education*, 99(4), 638-668.
- Berlanga, V., y Rubio, M. J. (2012). Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. *REIRE, Revista d' Innovació i Recerca en Educació*, 5(2), 101-113.
- Bernard, H. R., y Ryan, G. W. (2010). *Analyzing Qualitative Data. Systematic Approaches*. California, CA: Sage Publications, Inc.
- Bevins, S., y Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29.
- Beyer, C., y Davis, E. A. (2009). Supporting Preservice Elementary Teachers' Critique and Adaptation of Science Lesson Plans Using Educative Curriculum Materials. *Journal of Science Teacher Education*, 20(6), 517-536.
- Bishop, S. R., Lau, M., Shapiro, S., Carlson, L. E., Anderson, N., y Carmody, J. (2004). Mindfulness: A Proposed Operational Definition. *Clinical Psychology*, 11, 230-241.
- Bisquerra, R. (2005). La educación emocional en la formación del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(3), 95-114.
- Bisquerra, R. (2014). *Metodología de la Investigación Educativa* (4ª ed.). Madrid: La Muralla, S. A.
- Bisquerra, R. (2016a). *10 ideas clave. Educación emocional*. Barcelona: Graó.

- Bisquerra, R. (Coord.) (2016b). *Educación Emocional. Propuestas para educadores y familias*. (3ª ed.). Bilbao: Desclée De Brouwer, S. A.
- Bisquerra, R., Martínez, F., Obiols, M., y Pérez-Escoda, N. (2006). Evaluación de 360°: una aplicación a la educación emocional. *Revista de Investigación Educativa*, 24(1), 187-203.
- Bisquerra, R., y Pérez-Escoda, N. (2007). Las competencias emocionales. *Educación XXI*, 10, 61-82.
- 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). New York, NY: Routledge.
- Boekaerts, M. (2011). Understanding students' affective processes in the classroom. En P. Schutz, R. Pekrun y G. Phye (Eds.), *Emotion in education* (pp. 37–56). San Diego, CA: Academic Press.
- Bonil, J., y Márquez, C. (2011). ¿Qué experiencias manifiestan los futuros maestros sobre las clases de ciencias? Implicaciones para su formación. *Revista de Educación*, 354, 447-472.
- Borrachero, A. B. (2015a). *Las emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias en Educación Secundaria* (Tesis doctoral inédita). Universidad de Extremadura, Badajoz.
- Borrachero, A. B. (2015b). Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(3), 199-200.
- Borrachero, A. B., Brígido, M., Mellado, L., Costillo, E., y Mellado, V. (2014). Emotions in prospective secondary teachers when teaching science content, distinguishing by gender. *Research in Science and Technological Education*, 32(2), 182–215.
- 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.
- Borrachero, A. B., Dávila-Acedo, M^a. A., y Costillo, E. (2016). Emociones y capacidad para aprender materias de Ciencias en Educación Secundaria. *Campo Abierto. Revista de Educación*, 35(1), 247-255.
- Borrachero, A. B., Dávila-Acedo, M^a. A., y Costillo, E. (2017). Asociación entre notas académicas y el recuerdo de emociones experimentadas en Secundaria en el aprendizaje de las ciencias. En P. Membiela, N. Casado, M. I. Cebreiros y M. Vidal (Eds.), *La enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo* (pp. 557-562). Ourense: Educación Editora.

- Botero, M. (2012). Reconstructing Basic Emotions with More Situated Social Interactions. *Emotion Review*, 4(3), 245-246.
- Bravo Torija, B., y Jiménez Aleixandre, M. P. (2014). Articulación del uso de pruebas y el modelo de flujo de energía en los ecosistemas en argumentos de alumnado de bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 425-442.
- Bravo, E. (2017). *Análisis de las emociones de los futuros maestros de Educación Infantil y evolución de sus concepciones y actividades científicas prácticas* (Trabajo Final de Máster inédito). Universidad de Extremadura, Badajoz.
- Bravo-Torija, B., y Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). ¿Salmones o sardinas? Una unidad para favorecer el uso de pruebas y la argumentación. *Alambique*, 63, 19–25.
- Bravo-Torija, B., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2012). Progression in complexity: Contextualizing sustainable marine resources management in a 10th grade classroom. *Research in Science Education*, 42(1), 5–23.
- Brígido, M. (2014). *Programa metacognitivo de intervención emocional en la enseñanza de las Ciencias Experimentales para maestros de Primaria en formación inicial* (Tesis doctoral inédita). Universidad de Extremadura, Badajoz.
- Brígido, M., Bermejo, M. L., Conde, M. C., y Mellado, V. (2010). The emotions in teaching and learning Nature Sciences and Physics/Chemistry in pre-service primary teachers. *US-China Education Review*, 7(12), 25-32.
- Brígido, M., Borrachero, A. B., Bermejo, M. L., Dávila, M. A. (2014). Programa de intervención para la mejora de las creencias de autoeficacia en las clases de ciencias. *International Journal of Developmental and Educational Psychology INFAD Revista de Psicología*, 5(1), 73-80.
- Brígido, M., Borrachero, A. B., Bermejo, M. L., Gómez, R., y Mellado, V. (2011). La autorregulación en las clases de ciencias de estudiantes del grado de maestro de educación primaria. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 3(1), 373-380.
- Brígido, M., Borrachero, A. B., Bermejo, M. L., y Gutiérrez, C. (2012). Diferencias en las emociones en la enseñanza de las Ciencias de futuros maestros de Primaria de tres universidades españolas. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD Revista de Psicología*, 2(1), 1-8.
- Brígido, M., Borrachero, A. B., Bermejo, M. L., y Mellado, V. (2013b). Prospective primary teachers' self-efficacy and emotions in science teaching. *European Journal of Teacher Education*, 36(2), 200-217.

- Brígido, M., Caballero, A., Bermejo, M. L., Conde, M. C., y Mellado, V. (2009). Las emociones en ciencias de estudiantes de Maestro de Educación Primaria en Prácticas. *Campo Abierto. Revista de Educación*, 28(2), 153-177.
- Brígido, M., Couso, D., Gutiérrez, C., y Mellado, V. (2013a). The Emotions about Teaching and Learning Science: A Study of Prospective Primary Teachers in Three Spanish Universities. *Journal of Baltic Science Education*, 12(3), 299-311.
- Brígido, M., y Borrachero, A. B. (2011). Relación entre autoconcepto, autoeficacia y autorregulación en ciencias de futuros maestros de Primaria. *International Journal of Developmental and Educational Psychology INFAD Revista de Psicología*, 1(2), 107-113.
- Brinkworth, M. E., McIntyre, J., Juraschek, A. D., y Gehlbach, H. (2018). Teacher-student relationships: The positives and negatives of assessing both perspectives. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 55, 24-38.
- Bryan, L. A. (2012). Research on Science Teacher Beliefs. En B. Fraser, K. Tobin y C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (Vol.1) (pp.477-495). Netherlands: Springer.
- Buitrago, R. E., Ávila, A. K., y Cárdenas, R. N. (2017). El sentido y el significado atribuido a las emociones por el profesorado en formación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 20, 77-93.
- 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). Arlington, VA: NSTA Press.
- Cabello, R., Ruiz-Aranda, D., y Fernández-Berrocal, P. (2010). Docentes emocionalmente inteligentes. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 13(1), 41-49.
- Cañal, P., García-Carmona, A., y Cruz-Guzmán, M. (2016). *Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria*. Madrid: Ediciones Paraninfo, S. A.
- Cañal, P., Pozuelos, F. J., y Travé, G. (2005). *Proyecto curricular Investigando Nuestro Mundo. Descripción general y fundamentos*. Sevilla: Diada.
- Carlson, J., y Gess-Newsome, J. (2013). *The PCK Summit Consensus Model and Definition of Pedagogical Content Knowledge*. The Symposium "Reports from the Pedagogical Content Knowledge (PCK) Summit, ESERA Conference 2013.
- Casafont, R. (2014). *Viaje a tu cerebro emocional*. Barcelona: Ediciones B, S. A.

- Cejudo, J., López-Delgado, M. L., Rubio, M. J., y Latorre, J. M. (2015). La formación en educación emocional de los docentes: Una visión de los futuros maestros. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 26(3), 45-62.
- Cera, E. (2012). La educación emocional en los planes de estudio del grado de primaria en la comunidad andaluza. *Wanceulem Educación Física Digital*, 9, 37-44.
- Chang, M. L., y Davis, H. A. (2009). Understanding the role of teacher appraisals in shaping the dynamics of their relationships with students: deconstructing teachers' judgments of disruptive behavior/students. En P. A. Schutz y M. Zembylas (Eds.), *Advances in teacher emotion research* (pp. 95-127). Heidelberg: Springer.
- Charpak, G. (2005). *Manos a la obra. Las ciencias en la escuela primaria*. México: Fondo de Cultura Económica.
- 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.
- Claxton, G. (1991). *Educating the enquiring mind: The challenge for school science*. Hemel Hempstead, UK: Harvester Wheatsheaf.
- Coelho, V. A., Marchante, M., y Sousa, V. (2016). Positive Attitude Program's Impact upon Self-Concept across Childhood and Adolescence. *Revista de Psicodidáctica*, 21(2), 261-280.
- Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE) (2011). *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Madrid: Rubes Editorial.
- Costillo, E., Borrachero, A. B., Brígido, M., y Mellado, V. (2013). Las emociones sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas de futuros profesores de Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(N.º Extraordinario), 514-532.
- 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). A Coruña, España: Universidade da Coruña, Servicio de Publicaciones.
- Costillo, E., Fernández, I., Cárdenas, J., Melo, L., Vallejo, J. R., Marcos, J. M., y Esteban, M. R. (2018). Aspectos de la dimensión afectiva del alumnado sobre las que inciden las salidas al medio natural según los profesores en formación. IV Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Vigo, España.

- 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). Huelva: Universidad de Huelva.
- Couso, D., y Adúriz-Bravo, A. (2016). Elaboración de unidades didácticas competenciales en la formación profesional del profesorado de ciencias. En G. A. Perafán, E. Badillo y A. Adúriz-Bravo (Eds.), *Conocimiento y emociones del profesorado. Contribuciones para su desarrollo e implicaciones didácticas* (pp. 265-283). Bogotá: Editorial Aula de Humanidades.
- 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). Nueva York, NY: Routledge.
- Creswell, J. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3ª Ed.). California, CA: Sage Publications.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4ª Ed.). Boston: Pearson.
- Crick, B. (1998). *Education for citizenship and the teaching of democracy in schools*. London, UK: Qualifications and Curriculum Authority.
- 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.
- Cummins, R. A., y Gullone, E. (2000). *Why we should not use 5-point Likert scales: The case for subjective quality of life measurement*. Actas de la II Conference on Quality of Life in Cities (pp. 74-93). National University of Singapore.
- 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). New York, NY: Routledge.
- Cunningham, S. (1995). Dewey on Emotions: Recent Experimental Evidence. *Transactions of the Charles S. Peirce Society*, 31, 4, 865-874.
- Curran, P. J., West, S. G., y Finch, J. F. (1996). The robustness of test statistics to nonnormality and specification error in confirmatory factor analysis. *Psychological Methods*, 1(1), 16-29.

- Da Silva, V., Rico, E., Souza, D., y Losch de Oliveira, D. (2015). Impacto do uso de estratégias investigativas sobre as emoções e a motivação dos alunos e as suas concepções de ciência e cientista. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 17-34.
- Damasio, A. (2001). Fundamental feelings. *Nature*, 413, 781.
- Damasio, A. (2005). *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y los sentimientos*. Barcelona: Crítica.
- Damasio, A. (2010). *Y el cerebro creó al hombre*. Madrid: Destino.
- Darwin, C. (1859). *On the origin of species*. Nueva York, NY: Sterling.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. Londres, UK: John Murray.
- Dávila-Acedo, M. A., Cañada, F., Sánchez, J., y Mellado, V. (2016). Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. *Educación Química*, 27, 217-225.
- Dávila-Acedo, M^a. A. (2017). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 570-586.
- 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.
- Dávila-Acedo, M^a. A., Borrachero, A. B., Cañada, F., y Sánchez, J. (2017). Las ideas sobre cambios físicos y químicos de la materia, y las emociones en alumnos de Educación Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias, n° extraordinario*, 3977-3984.
- Dávila-Acedo, M^a. A., Borrachero, A. B., Cañada, F., y Sánchez, J. (2016). Influencia del género en las emociones experimentadas hacia el aprendizaje de Física y Química por los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. En J. Sánchez y F. Cañada (Eds.), *Ciencias para comprender el mundo. Investigación e innovación en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 85-93). Madrid: Entinema.
- Dávila-Acedo, M^a. A., Borrachero, A. B., Cañada, F., y Sánchez, J. (2017). ¿Qué emociones despiertan en los alumnos de Educación Secundaria aspectos de la metodología, la evaluación y la actitud del profesor en el aprendizaje de Física y Química? En P. Membiela, N. Casado, M. I. Cebreiros y M. Vidal (Eds.), *La enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo* (pp. 271-276). Ourense: Educación Editora.

- Dawes, J. (2008). Do data characteristics change according to the number of scale points used? An experiment using 5-point, 7 points and 10-point scales. *International Journal of Market Research*, 50(1), 1-19.
- Dawson, V. M., y Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, 40, 133-148.
- de la Herrán, A. (2005). El nuevo "paradigma" complejo-evolucionista en educación. En A. de la Herrán, E. Hashimoto y E. Machado (Eds.), *Investigar en Educación: Fundamentos, aplicación y nuevas perspectivas* (pp. 481-661). Madrid: Dilex.
- De la Nuez, P., y Wences, I. (2016). El paradójico regreso de las emociones. *Cuadernos Hispanoamericanos*, 792, 42-58.
- De las Heras-Pérez, M. Á., Reyes, R., De Orta, Á., y Romero, R. (2017). Diagnóstico de la percepción Socio-Emocional de un grupo de alumnos de 5° de Primaria tras la puesta en práctica de un Proyecto de Investigación Escolar para el estudio de los seres vivos desde el entorno próximo. *Investigación en la Escuela*, 91, 56-71.
- De Orta, Á., Reyes, R., y De las Heras-Pérez, M. Á. (2016). Repercusiones de la forma de enseñar: Emociones que despiertan diferentes tipos de actividades. *Campo Abierto. Revista de Educación*, 35(1), 189-204.
- De Pro Chereguini, De Pro Bueno, A., y Serrano Pastor, F. (2017). ¿Saben los maestros en formación inicial qué subcompetencias están trabajando cuando diseñan una actividad de enseñanza? *Enseñanza de las Ciencias*, 35(3), 7-28.
- De Pro, A., y Nortes, R. M. (2016). ¿Qué pensaban los estudiantes de la diplomatura de maestro de educación primaria sobre las clases de ciencias de sus prácticas de enseñanza? *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), 7-32.
- DeCatanaro, D. A. (2001). *Motivación y emoción*. México: Pearson Educación.
- Del Rosal, I., Dávila-Acedo, M^a. A., Sánchez, S., y Bermejo, M. L. (2016). La Inteligencia Emocional en estudiantes universitarios: Diferencias entre el Grado de Maestro en Educación Primaria y los Grados en Ciencias. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 2(1), 51-62.
- Dewey, J. (1895). The theory of emotion. *Psychological Review*, 2(1), 13-32.
- Dillman, D. A. (2007). *Mail and internet surveys: The tailored design method*. Nueva York, NY: John Wiley y Sons.

- Djambazova-Popordanoska, S. (2016). Implications of emotion regulation on young children's emotional wellbeing and educational achievement. *Educational Review*, 68(4), 497-515.
- Doll, B., y Dooley, K. (2014). Classroom climate. En A. C. Michalos (Ed.), *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research* (pp. 944-999). Dordrecht, Heidelberg, Nueva York y Londres: Springer Netherlands.
- Dos Santos, F. M. T., y Mortimer, E. F. (2003). How emotions shape the relationship between a chemistry teacher and her high school students. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1095–1110.
- Dougherty, L. M., Abe, J. A., y Izard, C. E. (1996). Differential emotions theory and emotional development in adulthood and later life. En C. Magai y S. H. McFadden (Eds.), *Handbook of emotion, adult development, and aging* (pp. 27-41). San Diego, CA: Academic Press.
- Durlak, J. A., Weissberg, R. P., Dymnicki, A. B., Taylor, R. D., y Schellinger, K. B. (2011). The impact of enhancing students' social and emotion learning: A meta-analysis of school based universal interventions. *Child Development*, 82, 405-432.
- Durlak, J. A., y Weissberg, R. P. (2005, agosto). A major meta-analysis of positive youth development programs. *Invited presentation at the Annual Meeting of the American Psychological Association*. Washington, DC.
- 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). Washington, DC: American Psychological Association (APA).
- Duschl, R., Maeng, S., y Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences: a review and analysis. *Studies in Science Education*, 47(2), 123-182.
- Ekman, P. (1992a). An argument for Basic Emotions. *Cognition and Emotion*, 6(3-4), 169-200.
- Ekman, P. (1992b). Are there basic emotions? *Psychological Review*, 99(3), 550-553.
- Ekman, P. E., y Davidson, R. J. (1994). *The nature of emotion: Fundamental questions*. Oxford: University Press.
- Elliot, J. (2010). *La investigación-acción en educación*. (6ª Ed.). Madrid: Ediciones Morata.
- Encarnação, C. M. (2016). *Implicações e limitações cognitivas/afetivas na aprendizagem das reações-químicas. Um estudo com alunos do 3º Ciclo em Portugal* (Tesis doctoral inédita). Universidad de Huelva, Huelva.

- Encarnaçao, C. M., Jiménez-Pérez, R., y Vázquez-Bernal, B. (2013). Procesos metacognitivos, afectivos y sociales en el aprendizaje de las reacciones químicas en alumnos de tercer ciclo, en Portugal. En V. Mellado, L. J. Blanco, A. B. Borrachero y J. A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en el Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas* (pp. 461-480). Badajoz, España: DEPROFE.
- Escolar, M. C., De la Torre, T., y Huelmo, J. (2017). Educación Emocional en los profesores de Educación Infantil: aspecto clave en el desempeño docente. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 20, 113-125.
- Escrivà-Colomar, I., y Rivero-García, A. (2017). Progresión de las ideas de los futuros maestros sobre la construcción del conocimiento científico a través de mapas generados en una secuencia de actividades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 199-214.
- Estrada, M., Woodcock, A., Hernández, P. R., y Schultz, P. W. (2011). Toward a model of social influence that explains minority student integration into the scientific community. *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 206-222.
- 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.
- Evans, I. M., Harvey, S. T., Buckley, L., y Yan, E. (2009). Differentiating classroom climate concepts: Academic management, and emotional environments. *Kōtuitui: New Zealand Journal of Social Science Online*, 4(2), 131-146.
- Extremera, N., Fernández-Berrocal, P., y Durán, M. A. (2003). Inteligencia emocional y "burnout" en profesores. *Encuentros en Psicología Social*, 1, 260-265.
- Extremera, N., y Fernández-Berrocal, P. (2009). Inteligencia emocional, afecto positivo y felicidad. En E. G. Fernández-Abascal (Coord.), *Emociones positivas* (pp. 229-246). Madrid: Ediciones Pirámide.
- Fajet, W., Bello, M., Leftwich, S. A., Mesler, J. L., y Shaver, A. N. (2005). Pre-service teachers' perceptions in beginning education classes. *Teaching and Teacher Education*, 21(6), 717-727.
- Felver, J. C., y Jennings, P. A. (2015). Applications of Mindfulness-based interventions Formatted Spanish (Spain, International Sort) in school settings: an introduction. *Mindfulness*, 7.
- 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, España.

- Fernández, M. J., Borrachero, A. B., y Brígido, M. (2014). Autoeficacia del profesorado de primaria en formación ante la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *International Journal of Developmental and Educational Psychology INFAD Revista de Psicología*, 5(1), 81-90.
- Fernández-Abascal, E. G. (2009). Emociones positivas, psicología positiva y bienestar. En E. G. Fernández-Abascal (Coord.), *Emociones positivas* (pp. 27-46). Madrid: Ediciones Pirámide.
- Fernández-Abascal, E. G., y Martín-Díaz, M. D. (2009). La alegría y la felicidad. En E. G. Fernández-Abascal (Coord.), *Emociones positivas* (pp. 103-128). Madrid: Ediciones Pirámide.
- Fernández-Berrocal, P., Extremera, N., y Palomera, R. (2008). Emotional Intelligence as a crucial mental ability on educational context. En A. Valle y J. C. Núñez (Eds.), *Handbook of Instructional Resources and their applications in the classroom* (pp. 67-88). Nueva York, NY: Nova.
- Fernández-Domínguez, M. R., Palomero, J. E., y Teruel, M. P. (2009). El desarrollo socioafectivo en la formación inicial de los maestros. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 12(1), 33-50.
- Ferrés-Gurt, C. (2017). El reto de plantear preguntas científicas investigables. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 410-426.
- Ferrés-Gurt, C., Marbà, A., y Sanmartí, N. (2015) Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37.
- Fischer, H. E., Boone, W. J., y Neumann, K. (2014). Quantitative Research Designs and Approaches. En N. G. Lederman y S. K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (Vol. II), (pp. 18-37). Nueva York, NY: Routledge.
- Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.
- Forbes, C. T., y Davis, E. A. (2008). Exploring preservice elementary teachers' critique and adaptation of science curriculum materials in respect to socioscientific issues. *Science & Education*, 17, 829-854.
- Forero, C. G., Maydeu-Olivares, A., y Gallardo-Pujol, D. (2009). Factor analysis with ordinal indicators: A monte Carlo study comparing DWLS and ULS estimation. *Structural Equation Modeling*, 16, 625-641.
- Fornell, C., y Larcker, D. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
- Fortes-Vilaltella, M., Oriol, X., Filella-Guiu, G., Del Arco, I. y Soldevila, A. (2013). Inteligencia emocional y personalidad en las diferentes áreas de conocimiento de los estudiantes universitarios. *Revista Electrónica Universitaria de Formación del Profesorado*, 16(1), 109-120.

- Fortus, D. (2014). Attending to affect. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(7), 821-835.
- Frenzel, A. C. (2014). Teacher Emotions. En R. Pekrun y L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *International Handbook of Emotions in Education* (pp. 494-519). Nueva York, NY: Routledge, Taylor y Francis.
- Frenzel, A. C., Pekrun, R., Goetz, T., Daniels, L. M., y Durksen, T. L. (2016). Measuring Teachers' enjoyment, anger, and anxiety: The Teacher Emotion Scales (TES). *Contemporary Educational Psychology*, 46, 148-163.
- 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.
- García-Álvarez, V., Salazar, S., Torres, M. I., Zúñiga, A., y Castro, O. (2015). Influencia de las competencias emocionales de docentes de Ciencias Naturales en la adquisición de las habilidades emocionales de los estudiantes. El caso de un colegio secundario de Costa Rica. *Uaricha*, 12(29), 67-96.
- García-Barros, S. (2016). Conocimiento científico Conocimiento Didáctico. Una tensión permanente en la formación docente. *Campo Abierto. Revista de Educación*, 35(1), 31-44.
- García-Carmona, A., Cruz-Guzmán, M., y Criado, A. M. (2014). "¿Qué hacías para aprobar los exámenes de Ciencias, qué aprendiste y qué cambiarías?". Preguntamos a futuros docentes de Educación Primaria. *Investigación en la Escuela*, 84, 31-46.
- García-Carmona, A., y Cruz-Guzmán, M. (2016). ¿Con qué vivencias, potencialidades y predisposiciones inician los futuros docentes de Educación Primaria su formación en la enseñanza de la ciencia? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 440-458.
- García-Martínez, J., Fernández-Ozcorta, E., Rodríguez-Peláez, D., y Tornero-Quiñones, I. (2013). Necesidades formativas en competencias socioemocionales en el cuerpo docente. *E-Motion: Revista de Educación, Motricidad e Investigación*, 1, 128-143.
- García-Prieto, F. J., y Gómez-Hurtado, I. (2014). La interacción en el aula. En I. Gómez-Hurtado y F. J. García-Prieto, *Manual de Didáctica. Aprender a enseñar* (141-157). Madrid: Ediciones Pirámide.
- García-Retana, J. A. (2012). La educación emocional, su importancia en el proceso de aprendizaje. *Revista Educación*, 36(1), 97-109.

- García-Rodríguez, M. P. (2014). La evaluación como mejora del aprendizaje: modelos, técnicas y criterios. En I. Gómez-Hurtado y F. J. García-Prieto, *Manual de Didáctica. Aprender a enseñar* (159-181). Madrid: Ediciones Pirámide.
- García-Ruiz, M., y Orozco, L. (2008). Orientando un cambio de actitud hacia las Ciencias Naturales y su enseñanza en Profesores de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 539-568.
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of multiple intelligences*. Nueva York, NY: Basic Books.
- Gardner, H. (1995). *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S. A.
- Garrido, A., y Couso, D. (2015). Socio-scientific issues (SSI) in initial training of primary school teachers: Pre-serve teachers' conceptualization of SSI and appreciation of the value of teaching SSI. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 196, 80-88.
- Garriz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 127-152.
- Garriz, A. (2009). La afectividad en la enseñanza de la ciencia. *Educación Química*, 20(N. ° Extraordinario), 212-219.
- Garriz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 315-326.
- Garriz, A. (2010). Pedagogical Content Knowledge and the Affective domain of Scholarship of Teaching and Learning. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 4(2), 1-6.
- Garriz, A. (2011). Conocimiento didáctico del contenido. Mis últimas investigaciones CDC en lo afectivo, sobre la estequiometría y la indagación. *Tecné, Episteme y Didaxis*, Número Extraordinario, 43-56.
- Garriz, A. (2013). PCK for dummies. *Educación Química*, 24(2), 462-465.
- Garriz, A. (2015). PCK for dummies. Part 2: Personal vs Canonical PCK. *Educación Química*, 26(2), 77-80.
- Genel, A., y Topçu, M. S. (2016). Turkish preservice science teachers' socioscientific issues-based teaching practices in middle school science classrooms. *Research in Science & Technological Education*, 34(1), 105-123.

- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: an introduction and orientation. En J. Gess-Newsome y N. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 3-17). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. En A. Berry, P. Friedrichsen y J. Loughran (Eds.), *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 28-42). Nueva York, NY: Routledge.
- Gess-Newsome, J., Taylor, J. A., Carlson, J., Gardner, A. L., Wilson, C. D., y Stuhlsatz, M. A. M. (2017). Teacher pedagogical content knowledge, practice, and student achievement. *International Journal of Science Education*, 1-20.
- Gibbs, G. (2012). *El análisis de datos cualitativos en Investigación Cualitativa*. Madrid: Ediciones Morata, S. L.
- Gillen, A., Wright, A., y Spink, L. (2011). Student perceptions of a positive climate for learning: a case study. *Educational Psychology in Practice. Theory, research and practice in educational psychology*, 27(1), 65-82.
- Giroux, H. A. (1990). *Los profesores como intelectuales. Hacia una pedagogía crítica del aprendizaje*. Barcelona: Paidós-MEC.
- Glynn, S., Taasobshirazi, G., y Brickman, P. (2007). Nonscience majors learning science: A theoretical model of motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1088-1107.
- Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence*. Nueva York, NY: Bantam Books.
- Goleman, D. (1998). *Working with Emotional Intelligence*. Nueva York, NK: Bantam Books.
- Gómez-Crespo, M. Á. (2017). ¿Por qué enseño como enseño? Tres actividades para aprender Ciencias. Madrid: Ediciones Morata, S. L.
- Gómez-Gómez, Danglot-Blanck, C., y Vega-Franco, L. (2003). Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cómo usarlas. *Revista Mexicana de Pediatría*, 70(2), 91-99.
- Gómez-Hurtado, I. (2014). El desarrollo del currículum en el aula inclusiva. En I. Gómez-Hurtado y F. J. García-Prieto, *Manual de Didáctica. Aprender a enseñar* (63-79). Madrid: Ediciones Pirámide.
- González García, F., Carrillo, F. J., García-Alix, A. (2015). Fundamentos de ecología. En F. González García (Coord.), *Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria II. Ciencias de la vida* (189-212). Madrid: Ediciones Pirámide.
- Gray, J. A. (1990). Brain Systems that Mediate both Emotion and Cognition. *Cognition and Emotion*, 4(3), 269-288.

- Greca, I. M., Meneses, J. A., y Diez, M. (2017). La formación en ciencias de los estudiantes del grado en maestro de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 231-256.
- Greene, J. C. (2008). Is mixed methods social inquiry a distinctive methodology? *Journal of Mixed Methods Research*, 2(1), 7-22.
- Grissom, R. J. (1994). Probability of the superior outcome of one treatment over another. *Journal of Applied Psychology*, 79(2), 314-316.
- 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.
- Gzib, G. (2002). *Bases cognitivas y conductuales de la motivación y emoción*. Madrid: Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S. A.
- Hagenauer, G., Hascher, T., y Volet, S. (2015). Teacher emotions in the classroom: associations with students' engagement, classroom discipline and the interpersonal teacher-student relationship. *European Journal of Psychology of Education*, 30(4), 385-403.
- 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.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., y Black, W. (1999). *Análisis multivariante*. (5ª ed.) Madrid: Prentice Hall.
- Hamed, S., Rivero, A., y Martín del Pozo, R. (2016). El cambio en las concepciones de los futuros maestros sobre la metodología de enseñanza de las ciencias en un programa formativo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 476-492.
- Hargreaves, A. (1998). The emotional practice of teaching. *Teaching and Teacher Education*, 14(8), 835-854.
- Hargreaves, A. (2000). Mixed emotions: teachers' perceptions of their interactions with students. *Teaching and Teacher Education*, 16(8), 811-826.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning, A synthesis of over 800 meta-Analyses relating to achievement* (2ª Ed.). Nueva York, NY: Routledge.

- Hazelkorn, E., Ryan, C., Beernaert, Y., Constantinou, C. P., Deca, L., Grangeat, M., Karikorpi, M., Lazoudis, A., Pintó, R., y Welzel-Breuer, M. (2015). *Science Education for Responsible Citizenship*. Brussels: European Commission.
- Heritage, M. (2008). *Learning progressions: Supporting instruction and formative assessment*. Washington, DC: Council of Chief State School Officers.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5ª Ed.). México: McGrawHill.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª Ed.). México: McGrawHill.
- Hortigüela, D., Ausín, V., Abella, V., y Delgado, V. (2017). Percepción de docentes y estudiantes sobre el trabajo de la educación emocional en el aula. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 20, 27-41.
- Huang, S., y Fraser, B. J. (2009). Science teachers' perceptions of the school environment: Gender differences. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 404-420.
- Huber, G. L., y Gürtler, L. (2015). *AQUAD 7. Manual del programa para analizar datos cualitativos*. Tübingen, Alemania: Softwarevertrieb Günter Huber.
- Hugo, D. V. (2008). *Análisis del proceso de autorregulación de las Prácticas Docentes de futuras profesoras de ciencias focalizado en sus emociones* (Tesis doctoral inédita). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.
- Hugo, D., Sanmartí, N., y Adúriz-Bravo, A. (2013). Estilos de trabajo emocional del futuro profesorado de Ciencias durante el Practicum. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 151-168.
- IBM Corporation Released. (2016). *IBM SPSS Statistics for Windows. Versión 23.0*. Nueva York, NY: IBM Corporation.
- Imbernón, F. (2012). La investigación sobre y con el profesorado. La repercusión en la formación del profesorado. ¿cómo se investiga? *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 14(2), 1-9.
- 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.
- Izard, C. E. (1977). Differential Emotions Theory. En C. E. Izard (Ed.), *Human Emotions. Emotions, Personality, and Psychotherapy* (pp. 43-63). Boston, MA: Springer.

- Izard, C. E. (1989). The structure and functions of emotions: Implications for cognition, motivation, and personality. En I. S. Cohen (Ed.), *The G. Stanley Hall lecture series* (Vol. 9, pp. 39-73). Washington, DC: American Psychological Association.
- Izard, C. E. (1993). Four systems for emotion activation: Cognitive and noncognitive processes. *Psychological Review*, 100(1), 68-90.
- Jara, D.G., Cuestos, M. J., y Serna, A. I. (2015). *Didáctica de las Ciencias Naturales en Educación Primaria*. La Rioja: Universidad Internacional de la Rioja, S. A.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó: Barcelona.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2014). La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En M. P. Jiménez Aleixandre (coord.), A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci, A. de Pro (Eds.), *Enseñar ciencias* (119-146). Barcelona: Graó.
- 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).
- 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.
- Kelchtermans, G., y Deketelaere, A. (2016). The Emotional Dimension in Becoming a Teacher. En J. Loughran y M. Hamilton (Eds.), *International Handbook of Teacher Education* (pp. 429-461). Singapore: Springer.
- 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). Rotterdam: Sense Publishers.
- Kemmis, S., y McTaggart, T. (1988). *Cómo planificar la investigación acción*. Barcelona: Laertes.
- King, D., Ritchie, S., Sandhu, M., y Henderson, S. (2015). Emotionally Intense Science Activities. *International Journal of Science Education*, 37(12), 1886-1914.
- Kirschner, S., Borowski, A., Fischer, H. E., Gess-Newsome, J., y von Aufschnaiter, C. (2016). Developing and evaluating a paper-and-pencil test to assess components of physics teachers' pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 38(8), 1343-1372.

- Koballa, T. R., y Glynn, S. M. (2007). Attitudinal and Motivational Constructs in Science Learning. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 75-102). Nueva Jersey, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kövecses, Z. (1989). *Emotion Concepts*. Nueva York, NY: Springer-Verlag.
- Latorre, A. (2014). La investigación acción. En R. Bisquerra (Coord.), *Metodología de la Investigación Educativa* (4ª Ed.), (pp. 369-394). Madrid: La Muralla, S. A.
- Latorre, A., del Rincón, D., y Arnal, J. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: Hurtado.
- Lavigne, G., Vallerand, R. y Miquelon, P. (2007). A motivational model of persistence in science education: A self-determination theory approach. *European Journal of Psychology of Education*, 22(3), 351-369.
- Lawton, M. P., Kleban, M. H., Rajagopal, D., y Dean, J. (1992). Dimensions of affective experience in three age groups. *Psychology and Aging*, 7(2), 171-184.
- Lazarus, R. S. (1991). Cognition and motivation in emotion. *American Psychologist*, 46(4), 352-367.
- Lazonder, A. W., y Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 20(10), 1-38.
- Lederman N. G., Abd-El-Khalick F., Bell R. L., Schwartz R. (2002). Views of Nature of Science questionnaire: towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N. G., y Lederman, J. S. (2012). Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry: Building Instructional Capacity Through Professional Development. En B. Fraser, K. Tobin y C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education (Vol.1)* (pp. 335-359). Netherlands: Springer.
- Ledoux, J. (1989). Cognitive-Emotional Interactions in the Brain. *Cognition and Emotion*, 3(4), 267-289.
- Left, S. S., Thomas, D. E., Shapiro, E. S., Paskewich, B., Wilson, K., Necowitz-Hoffman, B., y Jawad, A. F. (2011). Developing and Validating a New Classroom Climate Observation Assessment Tool. *Journal of School Violence*, 10(2), 165-184.
- Leventhal, H., y Scherer, K. R. (1987). The Relationship of Emotion to Cognition: A Functional Approach to a Semantic Controversy. *Cognition and Emotion*, 1(1), 3-28.
- Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201-1224.

- Lévy-Mangin, J. P., y Varela, J. (2006). *Modelización con estructuras de Covarianza en Ciencias Sociales. Temas Esenciales, Avanzados y Aportaciones Especiales*. A Coruña: Netbiblio, S. L.
- Lewin, C. (2005). Elementary Quantitative Methods. En B. Somekh y C. Lewin (Eds.), *Research Methods in the Social Science*, (pp. 215-225). Londres: Sage Publications.
- Lewis, J., y Leach, J. (2006). Discussion of Socio-scientific Issues: The role of science knowledge. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1267-1287.
- 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.
- Lin, H., Hong, Z. R., y Huang, T. C. (2012). The Role of Emotional Factors in Building Public Scientific Literacy and Engagement with Science. *International Journal of Science Education*, 34(1), 25-42.
- Linnenbrink-Garcia, L., y Pekrun, R. (2011). Students' emotions and academic engagement: Introduction to the special issue. *Contemporary Educational Psychology*, 36(1), 1-3.
- Little, S. G., y Akin-Little, A. (2008). Psychology's contributions to classroom management. *Psychology in the Schools*, 45, 227-243.
- Lloret-Segura, S., Ferreres-Traver, A., Hernández-Baeza, A., y Tomás-Marco, I. (2014). El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada. *Anales de Psicología*, 30(3), 1151-1169.
- López-González, L., Amutio, A., Herrero-Fernández, D. (2018). The Relaxation-Mindfulness Competence of Secondary and High School students and its influence on classroom climate and academic performance. *European Journal of Education and Psychology*, 11(1), 5-17.
- 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.
- López-González, L., y Oriol, X. (2016). The relationship between emotional competence, classroom climate and school achievement in high school students. *Culture and Education*, 28(1), 130-156.
- López-Goñi, I., y Goñi, J. M. (2012). La competencia emocional en los currículos de formación inicial de los docentes. Un estudio comparativo. *Revista de Educación*, 357, 467-489.
- Loughran, J., Berry, A., y Mulhall, P. (2012). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge*. (2ª ed.). Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.

- Magnusson, S., Krajcik, J., y Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic.
- Mainhard, M. T., Brekelmans, M., y Wubels, T. (2011). Coercive and supportive teacher behaviour: Within- and across-lesson associations with the classroom social climate. *Learning and Instruction*, 21, 345-356.
- Marbà-Tallada, A., y Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de Ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 19-30.
- Marcos-Merino, J. M., Esteban, R., y Gómez, J. (2016). Efecto de una práctica docente partiendo de las emociones de maestros en formación bajo el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Indagatio Didactica*, 8(1), 143-157.
- Marcos-Merino, J. M., Esteban, R., y Gómez, J. (2017). Using factorial analysis to study changes in students' emotions with the implementation of an innovative teaching practice. Conference paper. Universidad de Extremadura.
- Marcos-Merino, J. M., Esteban, R., y Gómez, J. (2019). Formando a futuros maestros para abordar los microorganismos mediante actividades prácticas. Papel de las emociones y valoraciones de los estudiantes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1602.
- Marfil, A. M. (2016). *Mindfulness: programa de intervención para la gestión de la atención y el estrés del alumnado en Educación Primaria y Secundaria*. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Granada.
- Martínez, G., Cañada, F., Naranjo, F. L., y Dávila-Acedo, M^a. A. (2017). Autorreflexión de emociones sentidas en el laboratorio de física para mejorar la competencia científica de maestros en formación. En P. Membiela, N. Casado, M. I. Cebreiros y M. Vidal (Eds.), *La enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo* (pp. 181-186). Ourense: Educación Editora.
- Martínez-Borreguero, G., Naranjo, F. L., y Maestre, J. (2017). Diagnóstico de las emociones asociadas al proceso de enseñanza de la Tecnología en docentes en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, n° extraordinario, 2755-2761.
- Martínez-Chico, M. (2014). Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias. Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 295-296.

- 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.
- Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M. R., y López-Gay, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 149-166.
- Martínez-Gracia, M. V., Gil-Quilez, M. J., y Osada, J. (2003). Genetic engineering: A matter that requires further refinement in Spanish secondary school textbooks. *International Journal of Science Education*, 25, 1147–1168
- Mason, W. A., y Capitano, J. P. (2012). Basic Emotions. *Emotion Review*, 4(3), 238-244.
- Massot, I., Dorio, I., y Sabariego, M. (2014). Estrategias de recogida y análisis de la información. En R. Bisquerra (Coord.), *Metodología de la Investigación Educativa* (4ª Ed.), (pp. 329-366). Madrid: Editorial La Muralla, S. A.
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 38-47.
- Mateo, J. (2014). La investigación ex post-facto. En R. Bisquerra (Coord.), *Metodología de la Investigación Educativa* (4ª Ed.), (pp. 195-230). Madrid: Editorial La Muralla, S. A.
- Matthews, G., Zeidner, M., y Roberts, R. D. (2004). *Emotional intelligence: Science and myth*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Mayer, J. D., Salovey, P., y Caruso, D. (2000). Models of emotional intelligence. En R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of intelligence* (2ª ed., pp. 396-420). Nueva York, NY: Cambridge.
- Mayer, J. D., y Salovey, P. (1997). What is Intelligence emotional? En P. Salovey y D. Sluyter (Eds.), *Emotional Development and Emotional Intelligence: Implications for Educators* (pp. 3-31). Nueva York, NY: Basic Books.
- McMillan, J. H., y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa. Una introducción conceptual*. (5ª Ed.). Madrid: Pearson Educación, S. A.
- McMillan, J., y Schumacher, S. (2005). *Investigación Educativa*. Madrid: Pearson Educación.
- Mellado, L., de la Montaña, J. L., Luengo, M. R., y Bermejo, M. L. (2017b). Las emociones en las metáforas personales de futuros profesores de Secundaria en relación con el rol del profesor y del alumnado. *Investigación en la Escuela*, 91, 36-55.

- Mellado, L., de la Montaña, J. L., Luengo, M^a. R., y Bermejo, M^a. L. (2017a). Cambios en las emociones y en las metáforas sobre el rol docente y del alumnado, del futuro profesorado de Ciencias de Secundaria, tras las prácticas de enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 487-504.
- Mellado, V. (2011). Formación del profesorado de Ciencias y buenas prácticas: el lugar de la innovación y la investigación didáctica. En A. Caamaño (Ed.), *Física y química. Investigación, innovación y buenas prácticas*, (pp. 11-30). Barcelona: Graó.
- 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.
- Mellado, V., Garritz, A., y Brígido, M. (2009). La dimensión afectiva olvidada del conocimiento didáctico del contenido de los profesores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, n° extraordinario*, 347-351.
- Mellado, V., y González, T. (2000). La formación inicial del profesorado de ciencias experimentales. En J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (535-556). Alcoy: Marfil.
- 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.
- Melo, L. V., Cañada, F., Mellado, V., y Buitrago, A. (2016). Desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido en el caso de la enseñanza de la Carga Eléctrica en Bachillerato desde la práctica de aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 459-475.
- 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.
- Melo, L., y Cañada, F. (2018). Emociones que emergen durante el análisis del conocimiento didáctico del contenido. *Ciência & Educação. Bauru*, 24(1), 57-70.
- Membriela, P., Vidal, M., y González, A. (2018). Autoeficacia percibida para la enseñanza de las ciencias en maestros en formación inicial. En C. Martínez Losada y S. García Barros (Eds.), 28 *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el cambio educativo* (pp. 433-438). A Coruña, España: Universidade da Coruña, Servicio de Publicaciones.

- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. BOE, 52, 19349-19420.
- Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Territoriales (M.P.A.T.) (1990). Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo. BOE, 238, 28927-28942.
- 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.
- Molero, D., Ortega, F., y Moreno, M. R. (2010). Diferencias en la adquisición de competencias emocionales en función del género. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia*, 3, 165-172.
- Molero, D., Pantoja-Vallejo, A., y Galiano-Carrión, M. (2017). Inteligencia emocional rasgo en la formación inicial del profesorado. *Contextos educativos*, 20, 43-56.
- Moneo-Marín, Á., Jiménez-Pérez, R., y Jiménez-Palacios, R. (2017). Evolución de la madurez emocional en alumnos de Formación Profesional Básica mediante el empleo de actividades fuera del contexto escolar en el área de las ciencias naturales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 69-85.
- Monge-Sandoval, J. A., Camacho-Álvarez, M. M., y Retana-Alvarado, D. A. (2018). Desarrollo de la Feria de Ciencia y Tecnología y sus aportaciones en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Experimentales en la Educación Primaria de Costa Rica. En A. Peixoto, J. Oliveira, J. Gonçalves, L. Neves y R. Cruz (Eds.), *Educação em Ciências em múltiplos contextos-Atas do XVII Encontro Nacional de Educação em Ciências, XVII ENEC, I Seminário Internacional de Educação em Ciências, I SIEC* (pp. 23-33). Viana do Castelo, Portugal: Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior de Educação.
- Mora, F. (2016). *Cuando el cerebro juega con las ideas*. Madrid: Alianza Editorial.
- Mora, F. (2016). *Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama* (8ª reimpresión). Madrid: Alianza Editorial.
- Mora, W., y Parga, D. (2017). El modelo unificador TPK&S: Algunas similitudes y diferencias con el CDC-Complejo, en el profesorado de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, n.º extraordinario*, 103-107.
- Morin, A. J. S., Marsh, H. W., Nagengast, B., y Scalas, F. (2014). Doubly Latent Multilevel Analyses of Classroom Climate: An Illustration. *The Journal of Experimental Education*, 82(2), 143-167.
- Morín, E. (1997). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.

- Morris, J. A., y Feldman, D. C. (1996). The dimensions, antecedents, and consequences of emotional labor. *Academy of Management Review*, 21, 986-1010.
- 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.
- Nachar, N. (2008). The Mann-Whitney U: A Test for Assessing Whether Two Independent Samples Come from the Same Distribution. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 4(1), 13-20.
- National Research Council (NRC). (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2000). Inquiry and the National Science Education Standards. A Guide for Teaching and Learning. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2012). A Framework for K-12 science education: Practices crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: National Academy Press.
- Newberry, M. (2010). Identified phases in the building and maintaining of positive teacher-student relationships. *Teaching and Teacher Education*, 26(8), 1695-1703.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards. For States by States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nilsson, P., y Vikström, A. (2015). Making PCK Explicit – Capturing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge (PCK) in the Science Classroom. *International Journal of Science Education*, 37(12), 1-22.
- Oatley, K., y Johnson-laird, P. N. (1987). Towards a Cognitive Theory of Emotions. *Cognition and Emotion*, 1(1), 29-50.
- 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). Nueva York, NY: Guilford Press.
- OECD (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. Paris: OECD Publishing.

- Oliva, J. M., Matos, J., Bueno, E., Bonat, M., Domínguez, J., Vázquez-Alonso, Á., y Acevedo, J. A. (2004). Las exposiciones científicas escolares y su contribución en el ámbito afectivo de los alumnos participantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 425-440.
- Oliveira, M., Reis, P., y Tinoca, L. (2018). Influência do género nas salas de aulas de ciências: um estudo com docentes e estudantes de 9º ano. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 26(99), 257-277.
- 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.
- Ormrod, J. E. (2005). *Aprendizaje humano* (4ª ed.). Madrid: Pearson Educación, S. A.
- 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). New York: 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.
- Ozel, M., Caglak, S., y Erdogan, M. (2013). Are affective factors a good predictor of science achievement? Examining the role of affective factors based on PISA 2006. *Learning and Individual Differences*, 24, 73-82.
- Padilla, K. y Van Driel, J.H. (2012). Relationships among cognitive and emotional dimensions of teaching quantum chemistry at university level. *Educación Química*, 23(E2), 311-326.
- Palomera, R., Briones, E., y Gómez-Linares, A. (2017). Diseño, desarrollo y resultados de un programa de educación socioemocional para la formación de docentes a nivel de grado y postgrado. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 20, 165-182.
- Palomera, R., Fernández-Berrocal, P., y Brackett, M. A. (2008). La inteligencia emocional como una competencia básica en la formación inicial de los docentes: algunas evidencias. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa*, 15(6), 437-454.
- Panksepp, J., y Watt, D. (2011). What is Basic About Basic Emotions? Lasting Lessons from Affective Neuroscience. *Emotion Review*, 3(4), 1-10.
- Park, S., y Oliver, J. S. (2008). Revisiting the Conceptualization of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38, 261-284.
- 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.

- Pekrun, R., Goetz, T., Daniels, L. M., Stupnisky, R. H., y Perry, R. P. (2010). Boredom in achievement settings: exploring control-value antecedents and performance outcomes of a neglected emotion. *Journal of Educational Psychology*, 102(3), 531-549.
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., y Perry, R. P. (2002). Academic Emotions in Students' Self-Regulated Learning and Achievement: A Program of Qualitative and Quantitative Research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91-105.
- Pekrun, R., Vogl, E., Muis, K. R., y Sinatra, G. M. (2017). Measuring Emotions during epistemic activities: The Epistemically-Related Emotion Scales. *Cognition and Emotion*, 31(6), 1268-1276.
- Pekrun, R., y Perry, R. (2014). Control-value theory of achievement emotions. En R. Pekrun y L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *International handbook of emotions in education* (pp. 120-141). Nueva York, NY: Routledge.
- Peñalva-Vélez, A., López-Goñi, J. J., y García-Manso, M. I. (2016). El desarrollo de las competencias emocionales en alumnado de secundaria: perfiles diferenciales en función del sexo. *Educatio Siglo XXI*, 34(1), 223-242.
- Pérez, A., y Pro, A. (2013). Estudio demoscópico de lo que sienten y piensan los niños y adolescentes sobre la enseñanza formal de las ciencias. En V. Mellado, L. J. Blanco, A. B. Borrachero y J. A. Cárdenas (Eds.), *Las emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas* (pp. 495-520). Badajoz: DEPROFE.
- Pérez, E., y Medrano, L. (2010). Análisis Factorial Exploratorio: Bases Conceptuales y Metodológicas. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 2(1), 58-66.
- Pérez-Huelva, L., de las Heras Pérez, M^a. Á., y Jiménez-Pérez, R. (2017). Una propuesta de intervención para trabajar el concepto de materia en Educación Primaria a partir de la gestión de las emociones. *Enseñanza de las Ciencias, n° extraordinario*, 5379-5386.
- Perrenoud, P. (2001). La formación de docentes en el siglo XXI. *Revista de Tecnología Educativa*, 3, 503-523.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., y Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivation beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167-199.
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P., y Pizzato, M. (2010). El Cambio del Profesorado de Ciencias I: Marco Teórico y Formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.

- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P., y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.
- 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.
- Pro, A., Sánchez, G., y Valcárcel, M. V. (2008). Análisis de los libros de texto de Física y Química en el contexto de la Reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 193-210.
- Pujol, R. M^a. (2007). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis, S. A.
- Punset, E. (2010). *El viaje al poder de la mente*. Barcelona: Ediciones Destino, S. A.
- Punset, E. (2014). *Lo que nos pasa por dentro. Un millón de vidas al descubierto*. Barcelona: Ediciones Destino, S. A.
- Ramírez, J. M., y Dávila-Acedo, M^a. A. (2017). Las emociones según el género, en el aprendizaje de la Tecnología del alumnado de primer curso de Educación Secundaria Obligatoria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(2), 18-37.
- Reeve, J. (2010). *Motivación y emoción* (5^a ed.). México: McGraw-Hill.
- Reis, P., y Galvão, C. (2004). The impact of socio-scientific controversies in Portuguese natural science teachers' conceptions and practices. *Research in Science Education*, 34(2), 153-171.
- Retana-Alvarado, D. A., y Fallas, M. (2013). *Ferias de Ciencia y Tecnología en Costa Rica: una puerta a la innovación y al conocimiento*. San José, Costa Rica: Sistema Editorial de Difusión de la Investigación de la Universidad de Costa Rica.
- Retana-Alvarado, D. A., y Vázquez-Bernal, B. (2016a). Ferias de Ciencia y Tecnología de Costa Rica: una experiencia que motiva la elección de carreras científicas y tecnológicas. En J. L. Bravo (Ed.), *Uniando puentes entre España y Portugal* (pp. 1029-1036). Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Retana-Alvarado, D. A., y Vázquez-Bernal, B. (2016b). Ferias de Ciencia y Tecnología de Costa Rica: una experiencia que motiva la elección de carreras científicas y tecnológicas. *Campo Abierto. Revista de Educación*, 35(1), 13-30.
- Retana-Alvarado, D. A., y Vázquez-Bernal, B. (2016c). Influencia de las Ferias de Ciencia y Tecnología de Costa Rica en la elección de estudios superiores científicos y tecnológicos. En J. Sánchez y F. Cañada (Eds.), *Ciencias para comprender el mundo. Investigación e innovación en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 279-295). Madrid: Entinema.

- Retana-Alvarado, D. A., y Vázquez-Bernal, B. (2016d). Concepciones de maestros costarricenses sobre la indagación en Ciencias desde un modelo de complejidad. *Indagatio Didactica*, 8(1), 208-225.
- Retana-Alvarado, D. A., y Vázquez-Bernal, B. (2016e). Conocimiento Didáctico del Contenido: la clave en el desarrollo profesional del profesorado de Primaria desde la Educación Científica basada en la Indagación. En J. L. Bravo (Ed.), *Uniendo puentes entre España y Portugal* (pp. 363-370). Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Retana-Alvarado, D. A., y Vázquez-Bernal, B. (2017). Concepciones didácticas y dificultades de la indagación escolar en la Educación Primaria de Costa Rica. En P. Membiela, N. Casado, M. I. Cebreiros y M. Vidal (Eds.), *La enseñanza de las Ciencias en el actual contexto educativo* (pp. 337-341). Ourense: Educación Editora.
- Retana-Alvarado, D. A., De las Heras-Pérez, M. Á., Jiménez-Pérez, R., y Vázquez-Bernal, B. (2017). Emociones de maestros en formación inicial sobre la Didáctica de las Ciencias antes de una intervención indagatoria. *Enseñanza de las Ciencias, n.º extraordinario*, 5415-5421.
- Retana-Alvarado, D. A., De las Heras-Pérez, M. Á., Vázquez-Bernal, B., y Jiménez-Pérez, R. (2018a). 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. (2018b). Emociones de futuros maestros acerca de los contenidos científicos y la metodología indagatoria en un programa de intervención emocional. En A. Peixoto, J. Oliveira, J. Gonçalves, L. Neves y R. Cruz (Eds.), *Educação em Ciências em múltiplos contextos* (pp. 452-462). Viana do Castelo, Portugal: Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior de Educação.
- Retana-Alvarado, D. A., De las Heras Pérez, M. Á., Vázquez-Bernal, B., y Jiménez-Pérez, R. (2018c). El cambio en las emociones de futuros maestros hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I con una intervención basada en indagación. En C. Martínez Losada y S. García Barros (Eds.), *Iluminando el cambio educativo* (pp. 427-432). A Coruña, España: Universidade da Coruña, Servicio de Publicaciones.
- Retana-Alvarado, D. A., Camacho Álvarez, M. M., Osborne Rovira, A., Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., y De las Heras Pérez, M. Á. (2018d). Emociones de estudiantes costarricenses de secundaria respecto al desarrollo de un proyecto de indagación según el género. En C. Martínez Losada y S. García Barros (Eds.), *Iluminando el cambio educativo* (1289-1294). A Coruña, España: Universidad de la Coruña, Servicio de Publicaciones.

- Retana-Alvarado, D. A., De las Heras Pérez, M. Á., Vázquez-Bernal, B., y Jiménez-Pérez, R. (2018e, en prensa). ¿Qué emociones se exhiben al comienzo de una asignatura de Ciencias? El caso del alumnado de Maestro de Primaria. En P. Membiela Iglesia (Ed.), *Panorama actual de la enseñanza de las ciencias*. Ourense, España: Educación Editora.
- Retana-Alvarado, D. A., y Vázquez-Bernal, B. (2018f, en prensa). Narrativas de asesores de Ciencias: Reflexiones sobre concepciones didácticas de maestros acerca de la indagación escolar en Costa Rica. En P. Membiela Iglesia (Ed.), *Panorama actual de la enseñanza de las ciencias*. Ourense, España: Educación Editora.
- Rinchen, S. (2014). *A study of the emotional climate of a Science Education class for pre-service teachers in Bhutan*. (Tesis doctoral). Queensland University of Technology, Queensland, Australia.
- Ritchie, S. M., Tobin, K., Hudson, P., Roth, W. M., y Mergard, V. (2011). Reproducing successful rituals in bad times: Exploring emotional interactions of a new science teacher. *Science Education*, 95(4), 745-765.
- 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.
- Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., y Porlán, R. (2017a). *Didáctica de las ciencias experimentales en educación primaria*. Madrid: Editorial Síntesis, S. A.
- Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P., y Porlán, R. (2017b). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 29-52.
- Robinson, J. P., Shaver, P. R., y Wrightsman, L. S. (1991). Criteria for scale selection and evaluation. En J. P. Robinson, P. R. Shaver, y L. S. Wrightsman (Eds.). *Measures of personality and social psychological attitudes* (pp. 1-16). Nueva York, NY: Academic Press.
- 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*. Bruselas: Comisión Europea.
- Rodríguez, G., Gil, J., y García, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- 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.

- Rossi, A., y Barajas, M. (2015). Elección de estudios CTIM y desequilibrios de género. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(3), 59-76.
- Rubia, F. J. (2012). *¿Qué sabes de tu cerebro?* Madrid: Ediciones Planeta Madrid, S. A.
- Sabariago, M. (2014). El proceso de investigación (parte 2). En R. Bisquerra (Coord.), *Metodología de la Investigación Educativa* (4ª Ed.), (pp. 127-163). Madrid: Editorial La Muralla, S. A.
- Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.
- Sadler, T. D., y Donnelly, L. A. (2007). Socioscientific Argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463-1488.
- Sáenz-López, P., y De las Heras-Pérez, M. Á. (2013). ¿Por qué y cómo plantear la educación emocional como el reto del siglo XXI? *E-motion: Revista de Educación, Motricidad e Investigación*, 1, 67-82.
- Salovey, P., y Mayer, J. D. (1990). Emotional intelligence. *Imagination, Cognition, and Personality*, 9, 185-211.
- Sánchez, F. J., y Pontes, A. (2010). La comprensión de conceptos de ecología y sus implicaciones para la educación ambiental. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(Número Extraordinario), 271-285.
- Sánchez, M. C. (2015). La dicotomía cualitativo-cuantitativo: posibilidades de integración y diseños mixtos. *Campo Abierto. Revista de Educación*, número monográfico, 11-30.
- Sánchez, M., Fernández-Berrocal, P., y Latorre, J. (2008). ¿Es la inteligencia emocional una cuestión de género? Socialización de las competencias emocionales en hombres y mujeres y sus implicaciones. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa*, 15(6), 455-474.
- Sánchez-Martín, J., Álvarez-Grajera, G. J., Dávila-Acedo, M^a. A., y Mellado, V. (2017). Teaching Technology: from knowing to feeling enhancing emotional and content acquisition performance through Gardner's Multiple Intelligences Theory in Technology and Design Lessons. *Journal of Technology and Science Education*, 7(1), 58-79.
- Sánchez-Martín, J., Cañada, F., y Dávila-Acedo, M. A. (2017). Hacia una medición emocional continua. Lo que sienten los estudiantes del Grado en Educación Primaria en asignaturas de ciencia básica. *Enseñanza de las Ciencias*, n° extraordinario, 1897-1902.
- Sande, J. A. (2017). *Educación emocional infantil*. Barcelona: Sincronía JNG Editorial, S. L.
- Sanmartí, N., y Márquez, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 27-36.

- Sauter, D. A., Eisner, F., Ekman, P., y Scott, S. K. (2010). Cross-cultural recognition of basic emotions through nonverbal emotional vocalizations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(6), 2408-2412.
- Scherer, K. R. (1984). Emotion as a multicomponent process: A model and some cross-cultural data. *Review of Personality & Social Psychology*, 5, 37-63.
- Schön, D. A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Barcelona: Paidós.
- Schutz, P. A. (2014). Inquiry on Teachers' Emotion. *Educational Psychologist*, 49(1), 1-12.
- Schwarz, N. (2000). Emotion, cognition, and decision making. *Cognition and Emotion*, 14(4), 433-440.
- Schwarzer, C., y Schreiber-Neumann, W. (1990). Teacher Enthusiasm: Congruence between Ratings and Behaviour. En J. M. Pieters, K. Breuer y P. R. J. Simons (Eds.), *Learning Environments. Recent Research in Psychology* (pp. 55-65). Berlín: Springer.
- Seligman, M. E. P. (2005). *La auténtica felicidad*. Barcelona: Ediciones B.
- Seligman, M. E. P., y Csikszentmihalyi, M. (2000). Positive Psychology: An Introduction. *American Psychologist*, 55(1), 5-14.
- Shapiro, S. (2010). Revisiting the teachers' lounge: Reflections on emotional experience and teacher identity. *Teaching and Teacher Education*, 26, 616-621.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Research*, 57(1), 1-22.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (2015). PCK: its genesis and exodus. En A. Berry, P. Friedrichsen y J. Loughran, (Eds.), *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 3-13). Nueva York, NY: Routledge.
- Shuman, V., y Scherer, K. R. (2014). Concepts and Structures of Emotions. En R. Pekrun y L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *International Handbook of Emotions in Education* (pp. 13-35). Nueva York, NY: Routledge, Taylor y Francis.
- Silva-Arias, L., y Jiménez-Pérez, R. (2017). Las imágenes en los libros de texto: un análisis en el ámbito del ecosistema. *Investigación en la escuela*, 93, 58-75.
- Simón, C., y Alonso-Tapia, J. (2016). Clima positivo de gestión del aula: efectos del clima de gestión de la disrupción en el comportamiento y en la satisfacción con el profesorado. *Revista de Psicodidáctica*, 21(1), 65-86.

- Simpson, R. D., Koballa, T. R. Jr., Oliver, J. S., y Crawley III, F. E. (1994). Research on the Affective Dimension of Science Learning. En D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 211-234). Nueva York, NY: McMillan Publishing Company.
- Sinatra, G. (2005). The “warming trend” in conceptual change research: The legacy of Paul Pintrich. *Educational Psychologist*, 40(2), 107-115.
- Sjøberg, S., y Schreiner, C. (2005). How do learners in different cultures relate to science and technology? Results and perspectives from the project ROSE. *Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6(2), 1-16.
- Solbes, J., y Torres, N. Y. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones socio-científicas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 26, 247-269.
- Stenhouse, L. (1987). *Investigación y desarrollo del currículo*. Madrid: Morata.
- Stornes, T., Bru, E., y Idsoe, T. (2008). Classroom Social Structure and Motivational Climates: On the influence of teachers' involvement, teachers' autonomy support and regulation in relation to motivational climates in school classrooms. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 52(3), 315-329.
- Suárez, M., Pías, R., Membiela, P., y Dapía, D. (1998). Classroom environment in the implementation of an innovative curriculum project in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 655-671.
- 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). Nueva York, NY: Springer.
- Sutton, R., y Wheatley, K. (2003). Teachers' emotions and teaching: A review of the literature and directions for the future research. *Educational Psychology Review*, 15, 327-358.
- Toboja, L. M. (2017). Pósteres: divulgación y refuerzo pedagógico. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 88, 67-72.
- Tójar, J. C. (2006). *Investigación cualitativa comprender y actuar*. Madrid: La Muralla, S. A.
- Toma, R. B., Greca, I. M., y Meneses-Villagrà, J. A. (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 442-457.

- 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.
- Tomas, L., y Ritchie, S. (2012). Positive emotional responses to hybridized writing about a socio-scientific issue. *Research in Science Education*, 42, 25-49.
- Topçu, M. S., Sadler, T. D., y Yilmaz-Tuzun, O. (2010). Preservice science teachers' informal reasoning about socioscientific issues: The influence of issue context. *International Journal of Science Education*, 32(18), 2475-2495.
- Torres, N. Y., y Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(2), 43-65.
- Teagust, D., Won, M., y Duit, R. (2014). Paradigms in Science Education Research. En N. G. Lederman y S. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (Vol. II) (pp. 3-17). Nueva York, NY: Routledge.
- Turner, J. H. (2007). *Human emotions: A sociological theory*. Londres: Routledge.
- Tytler, R. (2014). Attitudes, Identity, and Aspirations Toward Science. En N. G. Lederman y S. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (Vol. 2) (pp. 82-103). Nueva York, NY: Routledge.
- Tytler, R., Osborne, J. F., Williams, G., Tytler, K., Clark, J. C., Tomei, A., y otros. (2008). *Opening pathways: Engagement in STEM across the primary-secondary school transition. A review of the literature concerning supports and barriers to science, technology, engineering and mathematics engagement at primary-second transition. Commissioned by the Australian Department of Education, Employment and Workplace Relations*. Melbourne, Australia: Deakin University.
- Uitto, M., Jokikokko, K., y Estola, E. (2015). Virtual special issue on teachers and emotions in *Teaching and teacher education (TATE)* in 1985-2014. *Teaching and Teacher Education*, 50, 124-135.
- Valadez-Sierra, M. D., Borges del Rosal, M. A., Ruvalcaba-Romero, N., Villegas, K., y Lorenzo, M. (2013). Emotional Intelligence and its Relationship with Gender, Academic Performance and Intellectual Abilities of Undergraduates. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 11(2), 395-412.
- Van Driel, J. H., Berry, A., y Meirink, J. (2014). Research on Science Teacher Knowledge. En N. G. Lederman y S. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (Vol. 2) (pp. 848-870). Nueva York, NY: Routledge.

- Vázquez-Alonso, Á. y Manassero-Mas, M. A. (2007a). 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.
- Vázquez-Alonso, Á., y Manassero-Mas, M. A. (2007b). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): evidencias empíricas derivadas de la investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 417-441.
- Vázquez-Alonso, Á., y Manassero-Mas, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Vázquez-Alonso, Á., y Manassero-Mas, M. A. (2015). La elección de estudios superiores científico-técnicos: análisis de algunos factores determinantes en seis países. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 264-277.
- Vázquez-Alonso, Á., y Manassero-Mas, M. A. (2016). La formación del profesorado sobre temas CTS: Un modelo para mejorar sus concepciones. *Indagatio Didáctica*, 8(1), 110-127.
- Vázquez-Bernal, B. (2005). *La interacción entre la reflexión y la práctica en el desarrollo profesional de profesores de Ciencias Experimentales de Enseñanza Secundaria: estudio de casos*. Tesis Doctoral. Universidad de Huelva: Huelva.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., Mellado, V., y Martos, M. (2009). Formación y enseñanza de las ciencias. Estudio de caso de una profesora de Ciencias de Secundaria. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 12(3), 99-109.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., y Mellado, V. (2006). *La Hipótesis de la Complejidad como integración reflexión-práctica*. Actas de XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., y Mellado, V. (2007a). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias como integración reflexión y práctica. La Hipótesis de la Complejidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 372-393.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., y Mellado, V. (2007b). La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 73-90.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., y Mellado, V. (2007c). El programa AQUAD como generador de teorías sobre la reflexión: el caso de una profesora de ciencias en Secundaria. *Revista de Educación*, 9, 217-235.

- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., y Mellado, V. (2008). ¿Cómo podemos llevar a cabo una investigación-acción para mejorar la práctica en el aula de ciencias? *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(1), 45-64.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., y Mellado, V. (2010). Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en ciencias experimentales. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 417-432.
- Vázquez-Bernal, B., Mellado, V., Jiménez-Pérez, R., y Taboada, M. C. (2012). The process of change in a science teacher's professional development: A case study based on the types of problems in the classroom. *Science Education*, 96(2), 337-363.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., y Mellado, V. (2013). Pedagogical Content Knowledge and Action-Research: a Shared Strategy for Professional Development. En Y. Bashevis and Y. Weidenseld (Eds.) *Professional Development: Perspectives, Strategies and Practices* (pp. 1-36). Nueva York, NY: Nova Science Publishers, Inc.
- Vázquez-Bernal, B., Mellado, V., Jiménez-Pérez, R., y Martos, M. (2013). La evaluación como objeto de investigación. El caso de una profesora de química de enseñanza secundaria. *Educación Química*, 24(3), 335-342.
- Vázquez-Bernal, B., y Jiménez-Pérez, R. (2013). Un modelo de innovación en el Practicum de Secundaria: la inmersión dentro de un grupo de investigación-acción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(Número Extraordinario), 709-727.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., y Mellado, V. (2016). ¿El tiempo garantiza el cambio en el profesorado? Estudio de un Caso centrado en la evaluación de los aprendizajes. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(2), 139-154.
- Vázquez-Bernal, B., y Jiménez-Pérez, R. (2016). Modelización de un constructo teórico sobre la percepción del alumnado en procesos de indagación en ciencias. *Revista de Psicodidáctica*, 21(1), 25-44.
- Vázquez-Bernal, B., Vázquez López, C., y Retana-Alvarado, D. A. (2018, en prensa). Las ideas iniciales del alumnado de infantil y primaria: un espacio para reflexionar, investigar y diseñar. En P. Membiela Iglesia (Ed.), *Panorama actual de la enseñanza de las ciencias*. Ourense, España: Educación Editora.
- Ventura-León, J. L. (2016). Tamaño del efecto para la U de Mann-Whitney: aportes al artículo de Valdivia-Peralta et al. *Revista Chilena de Neuro-Psiquiatría*, 54(4), 353-354.
- Ventura-León, J. L. (2017). Tamaño del efecto para Kruskal Wallis: aportes al artículo de Domínguez-González et al. *Investigación en Educación Médica*, DOI: [10.1016/j.riem.2017.07.002](https://doi.org/10.1016/j.riem.2017.07.002)

- Ventura-León, J. L. (2017). Tamaño del efecto para Kruskal-Wallis: aportes al artículo de Domínguez-González et al. *Investigación en Educación Médica*. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.riem.2017.07.002>
- Vidal, M., Yebra, M., y Membiela, P. (2017). Trabajando proyectos de indagación científica con estudiantes de bajo rendimiento académico. *Enseñanza de las Ciencias, n° extraordinario*, 1485-1490.
- Weiner, B. (1985). An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological Review*, 92(4), 548-573.
- Weiner, B. (1986). Attribution, emotion, and action. En R. M. Sorrentino y E. T. Higgins (Eds.), *Handbook of motivation and cognition: Foundations of social behavior* (pp. 281-312). Nueva York, NY: Guilford Press.
- Weiner, B. (2010). The Development of an Attribution-Based Theory of Motivation: A History of Ideas. *Educational Psychologist*, 45(1), 28-36.
- 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). Nueva York, NY: 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.
- Zabala, A. (2014). *Enfoque globalizador y pensamiento complejo. Una propuesta para la comprensión e intervención en la realidad*. Barcelona: Graó.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., y Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.
- Zeidler, D. L., y Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Teacher Education*, 21(2), 49-58.
- Zemal-Saul, C. (2009). Learning to teach elementary school science as argument. *Science Education*, 93(4), 687-719.
- 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). Nueva York, NY: Routledge.
- Zeidler, D. L. (2016). STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response. *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 11-26.

- Zembylas, M. (2002). Constructing generalities of teachers' emotions in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 79–103.
- Zembylas, M. (2003). Emotions and Teacher Identity; a poststructural perspective. *Teacher and Teaching: theory and practice*, 9(3), 213-238.
- Zembylas, M. (2004). Emotion Metaphors and Emotional Labor in Science Teaching. *Science Education*, 88(3), 301-324.
- Zembylas, M. (2007). Emotional ecology: The intersection of emotional knowledge and pedagogical content knowledge in teaching. *Teaching and Teacher Education*, 23(4), 355-367.
- Zimmerman, B. J., Kitsantas, A., y Campillo, M. (2005). Evaluación de la Autoeficacia Reguladora: Una perspectiva Social Cognitiva. *Evaluar*, 5, 1-21.
- Zimmerman, B. J. (2008). Theories of Self-Regulated Learning and Academic Achievement: An Overview and Analysis. En B. J. Zimmerman y D. Schunk (Eds.), *Self-regulated learning and academic achievement* (pp. 1-37), New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Zúñiga, A., Leitón, R., y Naranjo, J. A. (2014). Del sistema educativo tradicional hacia la formación por competencias: Una mirada a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria de Mendoza Argentina y San José de Costa Rica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(2), 145-159.

Huelva, España

Enero de 2016 – Diciembre de 2018

