

Argentina



Brasil



Colombia



Costa Rica



Chile



España



Uruguay



Esta obra académica se deriva de diferentes investigaciones en el campo de la educación en ciencias con estudiantes y docentes, sin escanarnos de formación inicial y continuada del profesorado de distintos países en Latinoamérica. Dicho intercambio de saberes y experiencias formativas ha permitido la consolidación de la RED LATINOAMERICANA DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES - REDLAECIN. Esta Red de trabajo, amistad y alianzas académicas, ha conllevado a la organización de eventos académicos en modalidad presencial y virtual desde 2019, desarrollando jornadas de formación en torno a las nuevas miradas de la investigación en didáctica de las ciencias naturales en Latinoamérica. Así pues, contamos con la participación de docentes investigadores y sus instituciones de educación superior desde Costa Rica hasta Argentina, en habla castellana y portuguesa, permeando los escenarios del desarrollo profesional con calidad académica-investigativa y formación humanista. La REDLAECIN se ha transformado en un espacio de encuentros en torno a la educación en ciencias, en donde se comparten experiencias para llegar a consensos y favorecer la emergencia de iniciativas que contribuyan a la cualificación de cada uno de los territorios que representamos, ejemplificando nuevas epistemologías y corrientes de pensamiento en torno a una Latinoamérica que produce nuevos saberes.

En esta obra escucharán las voces de educadores y estudiantes desde Argentina, Chile, Uruguay, Brasil, Colombia y Costa Rica.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE TIERRA DEL FUEGO

EDICIÓN



DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES: PERSPECTIVAS LATINOAMERICANAS

Aportes a la formación
del profesorado y la
Educación científica

Compiladores

Eliás Francisco Amorátegui Cedeño

Jonathan Andrés Mosquera

(Universidad Surcolombiana)

EDITORIAL UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
EDICIONES UNTDF UNIVERSIDAD NACIONAL DE TIERRA DEL FUEGO
FACULTAD DE EDUCACIÓN UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

La Red Latinoamericana en Educación en Ciencias Naturales emerge como un punto de encuentro entre los diferentes docentes, maestros, maestras e investigadores en el campo de la Enseñanza de las Ciencias en todos los niveles educativos, respondiendo a la importancia de la consolidación de un campo de conocimiento y de una comunidad académica que desde los diversos contextos, latitudes y contextos de nuestra región, permita la mejora en la educación científica con una perspectiva crítica que a futuro facilite la construcción de sociedades más incluyentes. Los textos aquí compilados han sido elaborados en diferentes grupos de investigación, llevan en sus letras el trabajo docente y la experiencia formativa de docentes en formación y en ejercicio de países como Colombia, Argentina, Chile, Brasil, Uruguay, Costa Rica y España. Así, esperamos que nuestra Red siga creciendo y fortaleciéndose con las voces de toda Latinoamérica.



Didáctica de las Ciencias Naturales: perspectivas latinoamericanas

Aportes a la formación del profesorado y la
Educación científica

Compiladores:
Elías Francisco Amórtegui Cedeño
Jonathan Andrés Mosquera
(Universidad Surcolombiana)

REDLAECIN
Red Latinoamericana de Educación en Ciencias Naturales

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
EDITORIAL UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
II CONVOCATORIA PARA DIVULGAR CONOCIMIENTO MEDIANTE
LA PUBLICACIÓN DE LIBROS EN COEDICIÓN 2020



Didáctica de las Ciencias Naturales : perspectivas latinoamericanas : aportes a la formación del profesorado y la educación científica / Karen Gimena Cisnero... [et al.]; compilación de Elías Francisco Amórtegui Cedeño ; Jonathan Andrés Mosquera.- 1a ed.- Ushuaia : Universidad Nacional de Tierra del Fuego ; Huila : Editorial Universidad Surcolombiana, 2021.
320 p. ; 24 x 17 cm.

ISBN 978-987-46273-4-6

I. Ciencias Naturales. I. Cisnero, Karen Gimena. II. Amórtegui Cedeño, Elías Francisco, comp. III. Mosquera, Jonathan Andrés, comp.
CDD 507.11

Didáctica de las Ciencias Naturales : perspectivas latinoamericanas : aportes a la formación del profesorado y la educación científica

©De los textos los autores 2021

© Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur 2021

Fotos de tapas: Jonathan Mosquera

Diseño y maquetación: Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur

Corrección de estilo: Facultad de Educación, Universidad de Antioquia

Todos los derechos reservados

ISBN: 978-987-46273-4-6

Prohibida su reproducción total o parcial sin la expresa autorización de los autores

Hecho el depósito que indica la ley 11723

Impreso en Colombia

Noviembre 2021

Autores

ARGENTINA

Bermudez, Gonzalo Miguel Ángel - Universidad Nacional de Córdoba / CONICET

Camino, Néstor - CONICET / Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

Cisnero, Karen Gimena - Institutos Provinciales de Educación Media (y Técnica) de la Provincia de Córdoba

Fernández Marchesi, Nancy Edith - Universidad Nacional de Tierra de Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur

García, Lía Patricia - Institutos Provinciales de Educación Media (y Técnica) de la Provincia de Córdoba

Ottogalli, María Emilia - Universidad Nacional de Córdoba / CONICET

BRASIL

Borba, Rodrigo Cerqueira do Nascimento - Universidade do Estado de Minas Gerais

Selles, Sandra Escovedo - Universidade Federal Fluminense

Robles-Piñeros, Jairo - Universidade Federal da Bahia / Universidad Distrital Francisco José de Caldas

COLOMBIA

Abella, Susana - Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Amórtegui Cedeño, Elías Francisco - Universidad Surcolombiana

Arias, Vanessa - Universidad de Antioquia

Flórez-Nisperuza, Elvira Patricia - Universidad de Córdoba

García, José Joaquín - Universidad de Antioquia

García-Hernández, Cesia Inés - Universidad de Córdoba

Jiménez Narváez, Maria Mercedes - Universidad de Antioquia

Lopera Pérez, Marisol - Universidad de Antioquia

Lozano-Conde, Lina Marcela - Universidad de Córdoba

Mosquera, Jonathan Andrés - Universidad Surcolombiana

Ospina Pineda, Diana - Universidad de Antioquia

Segura Jiménez, Herlaynne - Universidad de Antioquia

Torres Merchan, Nidia Yaneth - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Valderrama Muñoz, Ángela María - Universidad de Antioquia

COSTA RICA

Retana-Alvarado, Diego Armando - Universidad de Costa Rica

CHILE

Becerra Labra, Carlos - Universidad de Talca

Ravanal Moreno, Eduardo - Universidad Alberto Hurtado

Silva Arias, Linda Arelis - Universidad de Talca

ESPAÑA

De las Heras Pérez, María Ángeles - Universidad de Huelva

Gavidia Catalán, Valentín - Universidad de Valencia

Jiménez-Pérez, Roque - Universidad de Huelva

Mayoral García-Berlanga, Olga - Universidad de Valencia

Vázquez-Bernal, Bartolomé - Universidad de Huelva

URUGUAY

Calixto, Gabriel - Instituto de Profesores Artigas

COMPILADORES

Elías Francisco Amórtegui Cedeño - Universidad Surcolombiana

Jonathan Andrés Mosquera - Universidad Surcolombiana

Índice

Presentación	9
Elías Francisco Amórtegui	
Jonathan Andrés Mosquera	
PARTE I: Estrategias de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales en Latinoamérica	15
La enseñanza de la ciencia y la Biología y la amenaza para la profesión docente en Brasil: desafíos y oportunidades en debate	
Rodrigo erqueira do Nascimento Borba	
Sandra Escovedo Selles	16
Sobre la pertinencia de una didáctica de la ecología: <i>una perspectiva para América Latina</i>	
Jairo Robles-Piñeros	
Susana Abella	31
Educación en biodiversidad en clave latinoamericana	
Gonzalo Miguel Ángel Bermudez	
María Emilia Ottogalli	
Karen Gimena Cisnero	
Lía Patricia García	44
La dimensión afectivo-sexual y la formación del profesorado de Ciencias Naturales	
Jonathan Andrés Mosquera	
José Joaquín García García	69
Promover procesos de pensamiento científico desde el uso de cuestiones socio-científicas	
Nidia Yaneth Torres Merchán	89
Reflexiones sobre lo que damos por hecho en la enseñanza de la astronomía (y de las Ciencias Naturales)	
Néstor Camino	103
PARTE II: Formación Inicial y Continuada del Profesorado de Ciencias en Latinoamérica	125
Relatos de la inserción laboral de una profesora de física: aportes a la construcción del Conocimiento Didáctico de Contenido	
Jonathan Andrés Mosquera	
Elías Francisco Amórtegui Cedeño	126

Una secuencia didáctica de indagación para promover la evolución de las concepciones docentes sobre las actividades prácticas de laboratorio	
Nancy Edith Fernandez Marchesi	140
Formación del profesor de ciencias: <i>reflexiones e implicaciones en la enseñanza</i>	
Elvira Patricia Flórez Nisperuza	
Lina Marcela Lozano Conde	
Cesia García Hernández	161
Emociones en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales y la formación docente	
Diego Armando Retana-Alvarado	
Bartolomé Vázquez-Bernal	
María Ángeles De las Heras Pérez	
Roque Jiménez-Pérez	175
Prácticas de campo en la formación del profesorado de Biología: propuesta y desarrollo de una secuencia de aprendizaje docente	
Elías Francisco Amórtegui Cedeño	
Valentín Gavidia Catalán	
Olga Mayoral García-Berlanga	186
Formación docente universitaria y la apropiación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación – TIC	
Maria Mercedes Jiménez	
Vanessa Arias Gil	
Marisol Lopera Pérez	
Diana Ospina Pineda	
Ángela María Valderrama Muñoz	
Herlaynne Segura Jiménez	205
Un Modelo de Desarrollo profesional derivado del trabajo investigativo con profesores de Biología chilenos	
Eduardo Ravanal Moreno	221
Feria Científico-Tecnológica: una oportunidad para potenciar el Desarrollo profesional docente de los profesores de Ciencias	
Linda Arelis Silva Arias	
Carlos Becerra Labra	239
Apuntes sobre el estado de situación de la Educación ambiental en la formación inicial de los docentes de Ciencias Naturales uruguayos	
Gabriel Calixto	252
Consideraciones finales	
Elías Francisco Amórtegui Cedeño	265
Referencias Bibliográficas	267

Presentación

Elías Francisco Amórtégui¹

Jonathan Andrés Mosquera²

Esta compilación, organizada y constituida por diversos grupos de investigación del contexto latinoamericano —Colombia, Brasil, Argentina, Uruguay, Chile y Costa Rica— pretende consolidar el conocimiento pedagógico y didáctico que se ha venido construyendo desde las escuelas, los institutos, las universidades, los gremios profesionales y los distintos programas académicos de pregrado y posgrado ofertados en las diferentes latitudes del sur y centro del continente americano preocupados por la formación docente, su desarrollo profesional, la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales³ y la Educación ambiental, y por último, la transformación educativa por una justicia, paz y equidad social. Para el caso de la Universidad Surcolombiana, los trabajos aquí presentados hacen parte de los desarrollos del Grupo de Investigación Interinstitucional “Conocimiento profesional del profesor de ciencias” (Universidad Surcolombiana y Universidad Pedagógica Nacional) categoría A, según el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. En concreto, por el Programa Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental y la Maestría en Educación, ambos acreditados de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional.

Así pues, contamos con la participación de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) fundada en 1613, la universidad más antigua de la Argentina. En esa casa de estudios y desde hace más de 20 años, el Grupo de Investigación *Communicare* viene realizando tareas de investigación y extensión en el área del discurso educativo y la enseñanza de las ciencias experimentales. Especialmente desde hace nueve años, la línea de educación en biodiversidad —anclada en la Didáctica de la Biología— se

1 Docente de planta tiempo completo. Facultad de Educación. Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Surcolombiana. Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universitat de València. Investigador Asociado del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Director Semillero ENCINA-Enseñanza de las Ciencias Naturales. elias.amortegui@usco.edu.co

2 Docente de Cátedra. Facultad de Educación. Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Surcolombiana. Candidato a Doctor en Educación en Ciencias Naturales por la Universidad de Antioquia. Investigador Junior del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Grupo de Investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias - CPPC. jonathan.mosquera@usco.edu.co

3 La mayoría de las veces los autores se refieren a las Ciencias Naturales como ciencias para designar la asignatura, el curso o la disciplina.

encarga de investigaciones y desarrollos relativos a las concepciones estudiantiles de la diversidad biológica, la formación docente y el conocimiento didáctico del contenido, la transposición didáctica y las estrategias de enseñanza mediante prácticas científicas de argumentación, modelización e indagación en distintos niveles educativos.

En ese mismo país encontramos la Universidad Nacional de Tierra del Fuego, una institución joven creada por Ley Nacional en el año 2009 y que inició sus carreras de grado en el año 2012. La Universidad está conformada por cuatro Institutos. El Instituto de Educación y Conocimiento (IEC) es quien tiene en sus objetivos estratégicos el abordaje de las problemáticas educativas y las didácticas específicas. En ese marco, una de las áreas de investigación del IEC es el abordaje de la Didáctica de las Ciencias Naturales a través del Grupo de Investigación en Educación en Ciencias Naturales y Matemática (GIECINyM). Dada la juventud de los centros de nivel superior y de investigación, en la Provincia no existe una tradición en investigación, también —al ser un centro urbano pequeño— los estudios que se realizan son fundamentalmente estudios de casos y relatos de experiencias pedagógicas, ya que la escasa presencia de centros escolares y docentes de todos los niveles educativos limita la población para posibles estudios. Sin embargo, los que se realizan son de alto impacto en la comunidad educativa de la enseñanza de las Ciencias Naturales, pues hay una gran proximidad entre los investigadores con los centros escolares y los docentes de todos los niveles del sistema educativo.

Por su parte, en representación de Chile, se une a esta obra la Universidad de Talca ubicada en esta ciudad chilena. En su corto trayecto de 37 años de vida, esta Casa de Estudios evolucionó desde un carácter eminentemente docente hacia una institución de mayor complejidad, particularmente en investigación, creación, innovación, posgrado y vinculación con el medio. La Universidad de Talca asume el desafío de apoyar educacional, social, cultural y científicamente el desarrollo regional, nacional y global. Es una institución de educación superior que entrega una formación de calidad permitiendo a sus estudiantes acceder a oportunidades de movilidad social y formación integral.

Así mismo, encontramos la Universidad Alberto Hurtado, ubicada en Santiago de Chile, fue fundada el 20 de octubre de 1997 por la Compañía de Jesús, con el objetivo de ofrecer al país una instancia de educación superior cimentada en sus valores y en sus más de 450 años de labor educativa. La Universidad ha definido como misión "servir a la sociedad, proyectando la tradición educacional jesuita, a nivel nacional e internacional, en el campo de las humanidades, ciencias sociales y educación por medio de una investigación, docencia y vinculación con la sociedad, promoviendo un diálogo creativo con la concepción cristiana del ser humano y del mundo entregando una formación integral a los estudiantes".

Más al norte del continente encontramos las propuestas de investigadores de Uruguay y Brasil. Para el primero de los casos, podemos establecer que la Formación Inicial Docente en Uruguay tiene sus orígenes a finales del siglo XIX, ella se fue separando del ámbito universitario a lo largo del siglo XX. En estos últimos años ha vivido un proceso de universitarización de los Institutos de Formación Docente en las carreras de Profesorado y Magisterio, entre otras. Dentro de ellos, el Instituto de Profesores Artigas y los Institutos Normales de Montevideo son los más antiguos y concurridos por los estudiantes. Uno de los desafíos principales, a efectos de consolidar una Universidad Pedagógica Pública, es impulsar el desarrollo de proyectos y grupos de investigación, dado que la enseñanza ha ocupado un espacio histórico prioritario, por lo que este tipo de iniciativas han sido indispensables para fortalecerlos.

Para el caso de Brasil, contamos con la Universidad Federal Fluminense (UFF), una institución fundada oficialmente en 1960 y que ubica sus campus principales en el Estado de Río de Janeiro (Brasil). Dentro del Programa de Posgrado en Educación figura el Grupo de Investigación Currículo, Docencia y Cultura (CDC/UFF/CNPq), también registrado en el Directorio de Grupos de Investigación del Consejo Nacional para el Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) de Brasil. En este grupo de investigación, que incluye profesores investigadores y estudiantes, se desarrollan investigaciones relacionadas con la formación del profesorado, las políticas curriculares, la historia de las asignaturas escolares y la relación entre el conocimiento y las culturas.

En el mismo sentido, en Brasil —década de 1990— la Universidad Federal de Bahía (UFBA) y la Universidad Estatal de Feira de Santana (UEFS) proponen un programa de posgrado e investigación en Enseñanza, Filosofía e Historia de las Ciencias. Desde su creación, el PPGEFHC (*Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências*) se ha guiado por el entendimiento de que también el investigador especializado estrictamente en el campo de la educación científica debe contar con una sólida formación en epistemología y mantener un diálogo intenso con la filosofía y la historia de la ciencia.

De igual manera, por Colombia se cuenta con la participación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en Tunja, con el programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. De esta misma institución se vincula el Grupo de Investigación WAIRA, cuyo propósito se orienta a ofrecer espacios de reflexión e investigación sobre las prácticas pedagógicas en educación científica, con el fin de promover la contextualización de los conocimientos científicos en distintos niveles educativos. Sus investigaciones se ofrecen desde dos líneas: una relacionada con la investigación e innovación en Pedagogía y Didáctica de las Ciencias Naturales y la otra, sobre Educación y Gestión Ambiental para la sustentabilidad ambiental.

Para el caso de la Universidad de Córdoba-Colombia, el trabajo que aquí se presenta hace parte de los desarrollos alcanzados en el Grupo GICNEA, Grupo de Investigación en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, categorizado en Colciencias

en B y líder en investigar los procesos de formación inicial y continua del profesor de ciencias. De igual manera, este grupo aborda problemas en torno a la didáctica de las ciencias y sus implicaciones en el currículo escolar, el papel de las mediaciones tecnológicas en la enseñanza y las cuestiones socioambientales, en el contexto de aportar al enriquecimiento de todos los niveles del sistema educativo colombiano, en la Educación en Ciencias en la región cordobesa, desde el encargo social de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental y la Maestría en Didáctica de las Ciencias Naturales.

Así mismo, la Universidad de Antioquia, fundada en 1803, es una entidad con alta tradición en la formación de diferentes áreas del conocimiento. Desde la Facultad de Educación, específicamente el Grupo Perspectivas de Investigación en Ciencias - PiEnCias, categoría C, que se interesa por la educación ambiental, la formación de maestros y las TIC para la enseñanza de las Ciencias Naturales, este participa en diferentes proyectos que se interesan por la formación de profesores de los diferentes niveles educativos. Para esta publicación, se presentan los avances de una investigación interdisciplinaria que se desarrolla actualmente, entre integrantes del Grupo PiEnCias, la Facultad de Comunicaciones, Ude@ Educación Virtual (todas dependencias de la UdeA) y la alianza con la empresa Perceptio; este proyecto busca generar una ruta de apropiación de las TIC sustentada en una investigación basada en diseño, que permita a los profesores de Educación Superior del departamento de Antioquia cualificar sus prácticas docentes en la modalidad de educación virtual.

Otra institución colombiana que participa de esta obra es la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, la cual tiene más de 60 años de experiencia. Una de sus facultades es la de Ciencias y Educación que se ocupa de la formación de profesores desde los años ochenta, uno de sus programas es el de formación posgradual, el Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE), que señala la investigación en educación como un recurso básico para la transformación de las prácticas educativas y el replanteamiento de las relaciones entre el conocimiento, la escuela y la sociedad.

Por último, en la delegación de Centroamérica está la Universidad de Costa Rica (UCR), una institución altamente reconocida en los ámbitos local, regional, nacional e internacional por su protagonismo en las esferas políticas, económicas y sociales del país. Por otra parte, su Facultad de Educación es un referente en la formación de educadores que contribuyen en el desarrollo nacional. En lo que refiere a la formación del profesorado de ciencias, la Escuela de Formación Docente ofrece la carrera de Bachillerato en Enseñanza de las Ciencias Naturales y hasta 2019 las Licenciaturas en Enseñanza de la Física, Química y Biología. Dentro del compromiso de mejoramiento de esta carrera se promueve el fortalecimiento de las didácticas específicas como la Didáctica de las Ciencias Naturales, la cual es un área de investigación emergente en Costa Rica con amplias proyecciones en la formación inicial y continua de las y los maestros.

A partir de la anterior contextualización, se puede decir que con esta obra pretendemos, por una parte, aportar elementos que contribuyan a la reflexión y conceptualización en torno a la naturaleza e implicaciones del conocimiento que identifica al profesorado como profesionales de la educación y, de manera específica, de la enseñanza de una disciplina concreta, en este caso de las Ciencias de la Naturaleza. De igual manera, es nuestra intención, compartir elementos conceptuales y procedimentales que contribuyan a complejizar y mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales y la Educación Ambiental. En todos los contextos latinoamericanos que aquí presentamos, consideramos al maestro o a la maestra como un profesional investigador y, por tanto, a su conocimiento como un saber profesional bajo la idea de docencia - investigación que le permita a cada docente ser consciente del conocimiento profesional que puede desarrollar en la enseñanza de las ciencias. Así mismo, en ese proceso se reconoce la construcción de criterios propios en la formación del profesorado, la posibilidad de reflexión e innovación en el aula según el contexto en el que se desenvuelvan como profesionales, dada la valiosa riqueza cultural y social con la que contamos en cada uno de los países participantes en esta compilación.

En este sentido, cada uno de los capítulos que presentamos aquí ha construido conocimiento pedagógico y didáctico a partir de diversos problemas significativos de la enseñanza de las Ciencias Naturales —Física, Química, Biología—, la Educación ambiental y de la propia formación del profesorado de Ciencias, permitiendo puntos de encuentro entre los diversos contextos latinoamericanos. Cabe señalar que los diferentes trabajos que incluye la obra ya cuentan con una primera evaluación (en algunos casos de dos especialistas); de igual manera, ellos hacen parte de trabajos y tesis de grado que han pasado por el arbitraje de expertos en el proceso de revisión escritural y sustentación pública.

Esta compilación es fundamental para el desarrollo y proyección de la Universidad Surcolombiana, en tanto se consolida como la primera publicación en toda su historia, que permite el encuentro de más de cinco universidades provenientes de sendos países latinoamericanos, en donde se incluyen los postulados y aportes de diferentes docentes e investigadores, ellos representan diversos cuerpos colegiados con amplio reconocimiento regional, nacional e internacional. Por ejemplo, en Colombia, destacamos la vinculación de académicos de la Asociación Colombiana para la Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología - EDUCyT, la Red de Instituciones de Educación Superior del Departamento del Huila y la Red latinoamericana en didáctica de las ciencias - RELAD.

Todos los autores y las autoras han sido partícipes de los procesos académicos, formativos e investigativos llevados a cabo en nuestra casa de estudios: VII Congreso de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología; V Seminario de Enseñanza de las Ciencias Naturales, X Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental, V Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de

la Biología, entre otros. Estas experiencias académicas han permitido la consolidación de convenios de cooperación bilateral entre las diferentes universidades aliadas a esta publicación y la Universidad Surcolombiana. Del mismo modo, se ha logrado favorecer la movilidad docente y estudiantil, aportando así la reacreditación de Alta Calidad para la Universidad Surcolombiana.

Esta obra de la literatura académica compila diferentes investigaciones en los países de origen y acción de los autores. En cada uno de sus capítulos se comparte un nuevo conocimiento en relación con prácticas innovadoras en la educación en Ciencias Naturales, tales como trabajos de laboratorio, salidas de campo e indagación científica. Asimismo, se vinculan propuestas formativas para el profesorado que revisan su educación actual, así como las preocupaciones y tensiones que viven los maestros y las maestras durante sus primeros años de ejercicio docente y también, la posibilidad de construir un conocimiento de referencia durante su desarrollo profesional. Por otra parte, se abordan elementos formativos en temáticas emergentes como la Educación para la Salud, particularmente en las implicaciones de la sexualidad humana y la ciencia. Otro de los escenarios temáticos de esta obra aporta conocimiento sobre el uso de las Cuestiones Sociocientíficas en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Finalmente, se hace énfasis en este texto académico en la importancia de cuidar y conservar la biodiversidad. La enseñanza y el aprendizaje de la Biología dentro de las Ciencias Naturales se construye desde diferentes contextos, conservando las finalidades de la educación científica y el desarrollo de un pensamiento crítico en un planeta que requiere de una postura de pensar y actuar sostenible e integral desde la educación.

En este sentido, para nosotros es grato presentar un libro (compilación) con 15 capítulos agrupados en dos grandes tendencias de estudios: experiencias en innovaciones en la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Educación ambiental y, por último, la formación inicial y continuada del profesorado.

El texto podrá ser revisado por la amplia comunidad de investigadores sobre Enseñanza de las Ciencias Naturales, Didáctica de las Ciencias Experimentales, Didácticas Específicas y Conocimiento Profesional. Esto garantizará que sea un texto de consulta conceptual, metodológica y didáctica. Así mismo, podrá ser un texto científico base para la realización de investigaciones a nivel de pregrado, especialización, maestría y doctorados sobre educación, pedagogía, didáctica, formación docente y conocimiento profesional.

Emociones en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales y la formación docente

Diego Armando Retana-Alvarado¹

Bartolomé Vázquez-Bernal²

María Ángeles De las Heras Pérez³

Roque Jiménez-Pérez⁴

Introducción

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).

Las 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, las cuales permiten reconocer que una buena educación produce cambios en el cerebro, contribuyendo en la experimentación de emociones, aprendizaje y desarrollo evolutivo (Mora, 2016). 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 de Turquía, medidas con electroencefalogramas. Los hallazgos indican que su atención y reflexión son mayo-

1 Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universidad de Huelva, España. Sección de Educación Primaria, Escuela de Formación Docente. Universidad de Costa Rica. diegoarmando.retana@ucr.ac.cr

2 Doctor en Didáctica de las Ciencias y Formación del Profesorado por la Universidad de Huelva. Departamento de Didácticas Integradas. Universidad de Huelva, España. bartolome.vazquez@ddcc.uhu.es

3 Doctora en Botánica por la Universidad de Huelva. Departamento de Didácticas Integradas. Universidad de Huelva, España. angeles.delasheras@ddcc.uhu.es

4 Doctor en Química Inorgánica por la Universidad de Sevilla. Departamento de Didácticas Integradas. Universidad de Huelva, España. rjimenez@ddcc.uhu.es

res a medida que el docente transmite emociones positivas, a diferencia de cuando manifiesta emociones negativas.

La línea del dominio afectivo en Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE, en adelante) 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. Particularmente, el estudio que presentamos en este capítulo representa la transferencia de aportaciones metodológicas y hallazgos al contexto costarricense, derivados de la realización de la Tesis Doctoral acerca del cambio y la interacción de las emociones en la formación inicial de maestros de Educación Primaria (Retana-Alvarado, 2018).

El grupo de investigación al que pertenecemos ha publicado diversos estudios relacionados con el cambio emocional en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, en particular, respecto a la asignatura de DCE y el clima de aula (Retana-Alvarado et al., 2018a, 2019a), en los que se destaca el predominio de emociones positivas a lo largo de una intervención basada en la indagación, así como el imperativo de incorporar la educación emocional dentro de un modelo de conocimiento profesional con estrategias autorregulatorias para la mejora de la madurez e inteligencia emocional.

Asimismo, en el marco del modelo de conocimiento profesional que incluye el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), entendido como un atributo personal del profesor que se considera como conocimiento base y acción (Gess-Newsome, 2015), profundizamos en la interacción emocional que se establece en el clima de aula, donde se transfieren emociones positivas desde el modelo didáctico personal del profesor. En este sentido, sostenemos que la interacción entre las emociones y el CDC determinan el tópico particular que se enseña en un contexto de indagación particular.

Para ahondar en esta línea de investigación, el proyecto en que se inscribe este estudio se focaliza sobre el cambio emocional en interacción con una enseñanza de las ciencias basada en indagación de cuestiones sociocientíficas. A diferencia de los estudios anteriores, consideramos una muestra constituida por estudiantes del contexto de formación docente costarricense. En este sentido, el propósito del presente trabajo se centra en el análisis comparativo sobre las emociones que los maestros en formación inicial de Costa Rica y España exponen cuando comienzan su formación en asignaturas de DCE.

Las emociones como objeto de investigación en Didáctica de las Ciencias

Como señalamos anteriormente, 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 donde convergen humanidades y ciencias; por tanto, se pretende 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-aprendizaje. El primero, considera que la producción del conocimiento se genera 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 DCE es una disciplina relativamente joven, inicialmente se reconocían tres dominios en el aprendizaje: cognitivo, psicomotor y afectivo. Según Simpson, Koballa y Crawley (1994), el tercero comprende constructos como actitudes, valores, creencias, intereses y motivación. Las emociones asumieron un perfil bajo en la comunidad científica porque se les consideró impropias de los procesos del quehacer científico. Al respecto, Zembylas (2004) sostiene que la enseñanza de las ciencias ha demandado el desarrollo de la razón sobre la emoción.

En el contexto internacional, la investigación sobre emociones apoyó sus bases sobre la línea de actitudes hacia la ciencia, pues los factores emocionales se solapan con dichas actitudes (Lin, Hong y Huang, 2012), esenciales en el aprendizaje, compromiso en las actividades científicas escolares y participación en la ciencia post obligatoria (Tytler, 2014).

Sin embargo, los resultados en esta línea son preocupantes: el interés de los escolares decrece con la transición de Primaria a Secundaria, ellos consideran la ciencia poco relevante (Mellado et al., 2014). En este sentido, la agenda actual se ha focalizado en el diagnóstico y desarrollo de intervenciones didácticas con carácter metacognitivo y metaemocional para que los docentes conozcan y autorregulen sus emociones en la dinámica del clima de aula, pues precisamente determinan el CDC, las acciones y decisiones del profesorado, así como los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Por ejemplo, las tesis doctorales realizadas en España en el último lustro aportan hallazgos como los siguientes:

- Las metodologías activas en las clases de ciencias modulan las emociones y el aprendizaje en la Educación Primaria. En este contexto, estas metodologías podrían evitar el descenso en la motivación hacia las ciencias en el transcurso de la escolarización (Marcos, 2020).
- Las emociones y causas asociadas que manifiestan los estudiantes de secundaria son diferentes según la naturaleza de los contenidos científicos (Borrachero, 2015). Por ejemplo, en relación con el aprendizaje de la Física y Química experimentan emociones negativas (preocupación y

nerviosismo) y emociones positivas (satisfacción y alegría) causadas por la motivación del profesorado, estrategias de laboratorio, la evaluación, entre otras (Dávila, 2018).

- En este contexto, la metodología de enseñanza condiciona la motivación, emociones y autorregulación en el aprendizaje de los tópicos (Encarnaçao, 2016). En particular, aquellas intervenciones que consideran los perfiles de inteligencias múltiples implican mejoras académicas y emocionales (Álvarez, 2017).
- Las emociones que exponen los futuros maestros hacia la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias derivan del recuerdo de sus antecedentes escolares (Brígido, 2014).
- El cambio y la interacción de las emociones en la formación inicial de maestros es amplificada o filtrada por facilitadores u obstáculos de naturaleza afectiva y cognitiva. En el marco de una intervención sobre cuestiones sociocientíficas existe un incremento significativo de las emociones positivas y una disminución también significativa de las emociones negativas (Retana-Alvarado, 2018).
- Las emociones integradas con la historia personal de los profesores en ejercicio, sus creencias, representaciones y conocimiento profesional configuran el CDC (Melo, 2015).

Metodología

El presente estudio de alcance exploratorio, descriptivo y comparativo pretende responder las siguientes cuestiones:

- ¿Qué diferencias se establecen en las emociones que experimentan futuros maestros procedentes de Costa Rica y España, al comienzo de su formación en asignaturas de Didáctica de las Ciencias?
- ¿Qué correlaciones se establecen entre las emociones positivas y negativas, al considerar una muestra global conformada por costarricenses y españoles?

En este sentido, hipotetizamos que los estudiantes costarricenses manifiestan emociones positivas con mayor intensidad en contraste con los españoles, porque cursaron asignaturas de ciencias en el transcurso de todos los ciclos educativos. Por tanto, cuando comienzan su formación en una asignatura centrada en aprender a enseñar ciencias están más predispuestos. Posiblemente, tienen adquiridas habilidades de pensamiento científico, pues han vivenciado la metodología indagatoria, incluida en el currículum de Educación Científica desde 2010, así como su participación en pruebas estandarizadas de Bachillerato y Ferias de Ciencia y Tecnología en el ámbito

nacional. En el estudio realizado por Retana-Alvarado et al. (2018 b) se registra el predominio de emociones positivas como interés y entusiasmo, por parte de estudiantes de secundaria al participar en estos procesos indagatorios.

En términos incidentales, se conformó una muestra global de 118 maestros en formación inicial (en adelante, estudiantes). La muestra costarricense estuvo constituida por 61 estudiantes (16 varones, 45 mujeres) matriculados en las asignaturas Ciencias en la Educación Primaria I y III (3 créditos cada una), correspondientes al segundo y cuarto año de la carrera Bachillerato en Educación Primaria de la Universidad de Costa Rica. Los sujetos procedían principalmente de la Gran Área Metropolitana (capital San José).

La muestra española se constituyó a partir de 57 estudiantes (18 varones, 39 mujeres), quienes cursaron la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I (6 créditos) situada en el tercer año del Grado Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Huelva, España. Los sujetos españoles procedían de tres provincias andaluzas: Huelva, Sevilla y Cádiz. El 89,5% ingresó a la universidad a través del Bachillerato en el que Ciencias de la Naturaleza y Salud fue el itinerario menos representado (31,3%). El rango de edad en ambas muestras comprende mayoritariamente 19 a 23 años. Los estudiantes de Costa Rica y España recibieron la docencia por parte de un doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales y una doctora en Botánica con especialidad en DCE, respectivamente.

Se utilizó un cuestionario como instrumento de primer orden, el cual recogió información sobre las variables sociodemográficas y el grado de acuerdo en una escala tipo Likert (1 a 5 puntos) sobre la intensidad con que experimentaron siete emociones positivas y siete emociones negativas hacia asignaturas de DCE, al comienzo del curso académico. El instrumento se validó a través de criterio experto y prueba piloto en España, en el I cuatrimestre de 2016, registrándose fiabilidad suficiente para las emociones positivas ($\alpha=,75$) y negativas ($\alpha=,83$). Con la sospecha de carencia de normalidad en cada muestra, se efectuó la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov (K-S). Para cada variable se registraron $p<,05$. Así las cosas, se establece su procedencia de poblaciones con distribución no normal.

La aplicación del cuestionario se llevó a cabo en la primera semana de octubre de 2016 en la Universidad de Huelva y primera semana de marzo 2019 en la Universidad de Costa Rica.

Los estudiantes fueron informados sobre el objetivo del estudio. Se confirmó la confidencialidad y el anonimato.

En la matriz de datos respectiva para cada país, se realizó un análisis descriptivo exploratorio, considerando las medidas de tendencia central (media, desviación estándar y varianza) en cada variable. Con el propósito de identificar si se establecen diferencias estadísticas significativas, se empleó la prueba inferencial no paramétrica U de Mann-Whitney para dos muestras no relacionadas, al 95% de confianza ($p<,05$), utili-

zando el SPSS 20. Se estimó el error tipo II (β), potencia estadística (prueba de una cola) y tamaño del efecto. Finalmente, se realizó análisis factorial exploratorio para determinar las correlaciones más significativas entre los datos procedentes de ambos países.

Resultados

Análisis descriptivo exploratorio

En la tabla 1 y figura 1 (ver más adelante), se aprecia que las emociones positivas hacia asignaturas de DCE son experimentadas por estudiantes procedentes de ambos países con la mayor intensidad, en contraste con las emociones negativas.

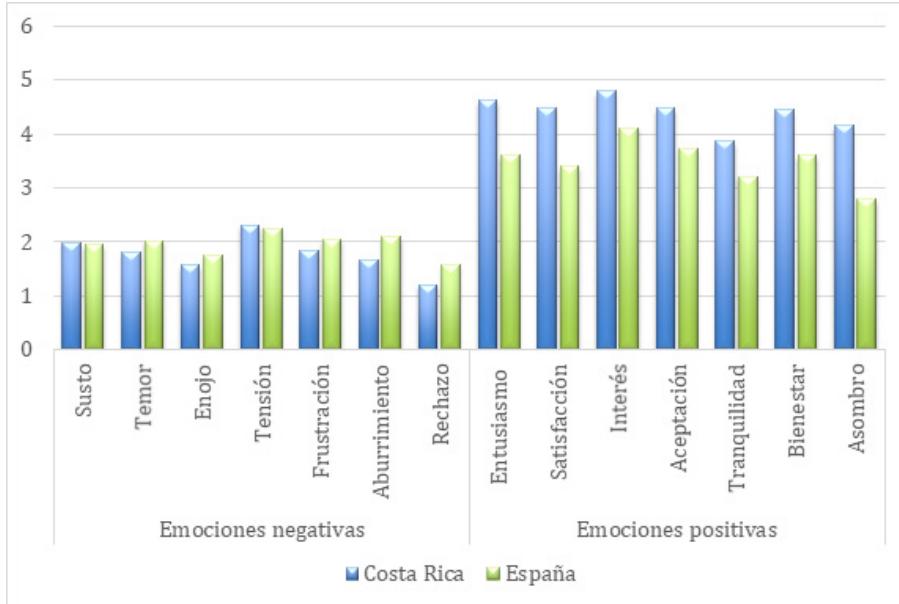
Tabla 1. *Análisis descriptivo exploratorio de las variables en función del país iberoamericano*

Variables	Costa Rica			España		
	M	DE	S ²	M	DE	S ²
Susto	1,98	,96	,92	1,95	1,14	1,30
Temor	1,80	,96	,93	2,02	1,09	1,20
Enojo	1,56	,99	,98	1,74	1,14	1,31
Tensión	2,30	1,23	1,51	2,23	1,21	1,47
Frustración	1,82	1,18	1,38	2,04	1,18	1,39
Aburrimiento	1,67	,94	,89	2,09	,912	,831
Rechazo	1,20	,63	,39	1,58	,844	,712
Entusiasmo	4,62	,55	,31	3,60	,98	,96
Satisfacción	4,49	,72	,52	3,40	,94	,88
Interés	4,80	,63	,39	4,11	,84	,70
Aceptación	4,48	,67	,45	3,72	,82	,67
Tranquilidad	3,87	1,07	1,15	3,21	,92	,85
Bienestar	4,44	,70	,48	3,60	,84	,71
Asombro	4,16	,97	,94	2,79	1,01	1,03

En el conjunto costarricense, las emociones positivas más intensas son interés, entusiasmo y satisfacción, mientras que en los jóvenes españoles sobresale el interés. Los hallazgos indican que los costarricenses manifiestan todas las emociones positivas con mayor intensidad que los españoles.

Por otra parte, el conjunto español experimenta casi todas las emociones negativas con mayor intensidad que los costarricenses, excepto tensión y susto. Las emociones negativas de mayor intensidad en el conjunto costarricense son: tensión, susto, frustración y temor; de manera similar, en el grupo español sobresalen aburrimiento, frustración y temor.

Figura 1. Intensidad de las emociones experimentadas por maestros en formación inicial hacia las asignaturas de Didáctica de las Ciencias en Costa Rica y España



Análisis inferencial en función del país iberoamericano

Los resultados sugieren la existencia de diferencias estadísticas significativas en todas las emociones positivas. De esta manera, podemos afirmar que los estudiantes costarricenses experimentan las emociones positivas con mayor intensidad en comparación con los españoles. La mayoría de esas variables registran potencias estadísticas equivalentes al 100%, acompañadas de tamaños de efecto, interpretados como pequeños. Por otra parte, se registran diferencias significativas con tamaños de efecto medianos para aburrimiento ($p=,006$) y rechazo ($p=,006$) a favor de los españoles. Es decir, experimentan esas emociones negativas con mayor intensidad que los costarricenses.

Análisis factorial exploratorio

En este apartado se presentan las asociaciones que se establecen entre las emociones positivas y negativas experimentadas por los estudiantes de ambos países. A partir de la matriz general de los datos originales se calculó la matriz de correlaciones capaz de indicar la variabilidad conjunta de todas las variables. Atendiendo al supuesto de linealidad se obtuvo un determinante matricial ($\det=,001$) próximo a cero, por lo que representa un buen indicador de la idoneidad del análisis. Se confirma la existencia de multicolinealidad (163 correlaciones bivariadas), teniendo en cuenta el coeficiente de correlación de Pearson en $p=,001$ y $p=,05$. Las pruebas de esfericidad de Barlett

($p=,000$) y el valor de adecuación muestral Kaiser Meyer Olkin ($KMO=,843$) permiten evaluar de manera favorable la bondad de ajuste de los datos al modelo factorial.

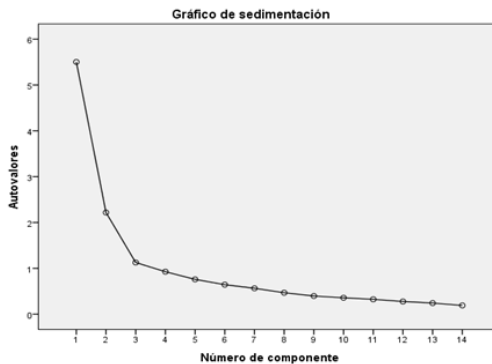
Tabla 2. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las emociones positivas y negativas hacia las asignaturas de Didáctica de las Ciencias Experimentales en función del país iberoamericano.

Emoción	Costa Rica (n=61) Rango promedio	España (n=57) Rango promedio	U	p	β	P	TE
Susto	61,08	57,81	1642,0	,581	93,2	6,80	,47
Temor	56,52	62,69	1920,5	,295	68,7	31,3	,55
Enojo	57,45	61,69	1863,5	,423	74,7	25,3	,54
Tensión	60,39	58,55	1684,5	,762	90,9	9,10	,48
Frustración	55,60	63,68	1976,5	,165	73,6	26,4	,57
Aburrimiento	51,62	67,93	2219,0	,006*	22,7	77,3	,64
Rechazo	52,07	67,46	2192,0	,001*	13,2	86,8	,63
Entusiasmo	77,43	40,32	645,0	,000*	,00	100	,19
Satisfacción	77,15	40,61	662,0	,000*	,00	100	,19
Interés	74,31	43,65	835,0	,000*	,00	100	,24
Aceptación	74,15	43,82	845,0	,000*	,00	100	,24
Tranquilidad	69,25	49,07	1144,0	,001*	2,60	97,4	,32
Bienestar	75,00	42,91	793,0	,000*	,00	100	,23
Asombro	78,56	39,11	576,0	,000*	,00	100	,17

Nota: * $p<,05$, U=prueba U de Mann-Whitney, p =error tipo I, β =error tipo II, P=potencia estadística, TE=tamaño del efecto

Los factores se extrajeron por el método de componentes principales. El 93,0% de las variables presenta suficientes niveles de comunalidad; por tanto, más del 50% de la varianza se explica mediante el modelo factorial. En relación con la cantidad de factores a extraer, tres criterios fueron utilizados: raíz latente, el contraste de sedimentación (ver figura 2, más adelante) y el porcentaje de varianza explicada, próxima al 60,0% (satisfactorio).

Figura 2. Gráfico de sedimentación en la dimensión asignatura DCE



Seguidamente, se realizó la ortogonal de la matriz de estructura que incluye la solución factorial a través del método rotación Varimax con normalización Kaiser, con el propósito de interpretar la identidad de los factores. En este proceso, también se considera la relación entre la potencia estadística y el tamaño muestral (N=118). Para una muestra superior a 100 sujetos, un valor de $\geq,50$ es considerado aceptable para la elección de los factores.

Tabla 3. Pesos factoriales para el análisis factorial exploratorio con rotación Varimax en la dimensión asignatura Didáctica de las Ciencias.

Variables	Estructura factorial		
	F1	F2	F3
% de Varianza Explicada	39,3	16,0	8,05
% de Varianza Acumulada	63,3		
Susto	,043	,844	,044
Temor	,143	,768	,052
Enojo	,043	,241	,790
Tensión	,050	,724	,336
Frustración	,208	,735	,286
Aburrimiento	,648	,155	,154
Rechazo	,368	,303	,530
Entusiasmo	,758	-,130	-,378
Satisfacción	,738	-,167	-,311
Interés	,536	,054	-,609
Aceptación	,764	-,201	-,106
Tranquilidad	,477	-,558	,070
Bienestar	,717	-,122	-,405
Asombro	,748	,076	,233

Nota: Peso factorial $\geq,50$ en negrita

Como se aprecia en la tabla 3 (cada variable satura en un único factor, excepto interés que satura en dos factores distintos (F1 y F3)). El primer factor (varianza=39,3%) interpretado como aceptación, correlaciona positivamente con *entusiasmo*, *satisfacción*, *asombro*, *bienestar* e *interés* y negativamente con *aburrimiento*. Este factor es sólido pues está definido por su relación con otras seis variables.

El segundo factor (varianza=16,0%) denominado *susto* está correlacionado con *temor*, *tensión* y *frustración*, asimismo correlaciona negativamente con *tranquilidad*. El tercer factor (varianza=8,05%) interpretado como *enojo* establece una correlación positiva con *rechazo* y una asociación negativa con *interés*. A partir de las puntuaciones factoriales de la matriz de componentes rotados se obtuvo la Varianza Media Extraída (VME=,51) y la Fiabilidad Compuesta (FC=,88), ambos cercanos a los valores recomendados en la literatura científica (VME=,50; FC=,90) (Fornell y Larcker, 1981).

Conclusiones

Los hallazgos permiten concluir sobre el mayor predominio de las emociones positivas en futuros maestros procedentes de Costa Rica y España, al comienzo de su formación en asignaturas de DCE. Estos resultados son coincidentes con el estudio realizado por Dávila, Borrachero, Cañada, Martínez y Sánchez (2015) que reporta la prevalencia de emociones positivas al comienzo de una asignatura con intervención indagatoria sobre materia y energía. Además, los costarricenses experimentan todas las emociones positivas con mayor intensidad en comparación con los españoles. En este sentido, los ibéricos experimentan aburrimiento y rechazo con mayor intensidad.

Cabe destacar, aproximadamente el 70% de los participantes españoles realizaron estudios de Bachillerato en Ciencias Sociales y Humanidades antes de su ingreso a los estudios universitarios. En el estudio comparativo realizado por Brígido, Couso, Gutiérrez y Mellado (2013), en que informaron futuros maestros de tres universidades españolas, se confirman diferencias estadísticas significativas, según la especialidad realizada en el Bachillerato; quienes cursaron Ciencias, Tecnología o Salud experimentan en el aprendizaje y vaticinan emociones más positivas en la futura enseñanza.

Es decir, como señalamos en Retana-Alvarado et al. (2019a, 2019b) muchos han olvidado los contenidos científicos escolares y exponen tensión, temor, aburrimiento y frustración cuando se enfrentan a esta asignatura en el tercer año de carrera, justo cinco años después de su último contacto con las ciencias como materia obligatoria. En este sentido, diversos autores (Bonil y Márquez, 2010; Escrivà y Rivero, 2017; García-Carmona y Cruz-Guzmán, 2016; Greca, Meseses y Diez, 2017; Porlán et al., 2010) sostienen que los futuros maestros comienzan su formación con un conocimiento científico superficial, una visión deformada de la ciencia y emociones negativas — como rechazo—, que están correlacionadas con la vivencia de modelos didácticos transmisivos en sus antecedentes escolares.

Por otra parte, el análisis factorial exploratorio demostró que el instrumento presenta fiabilidad y validez óptima, lo cual justifica su aplicación en diversos contextos. Se establecen tres factores (aceptación, susto y enojo) que mantienen correlaciones significativas entre diversas variables. Así, el incremento en la intensidad de la aceptación también se acompaña del aumento en entusiasmo, satisfacción, asombro, bienestar e interés. Además, conforme incrementan esas variables disminuye el aburrimiento. Por otra parte, la disminución en la tranquilidad se asocia con un alza en temor, tensión y frustración. Por último, el interés merma con la experimentación de rechazo y enojo.

Para finalizar, nuestro trabajo presenta algunas limitaciones por superar en futuras investigaciones. En primer lugar, desconocemos las causas que sostienen una mayor exposición de emociones positivas por parte de los participantes costarricenses en contraste con los españoles; por tanto, proponemos que el cuestionario se

acompañe de la narrativa como instrumento de reflexión en aras de contar con un perfil afectivo-profesional de entrada. En segundo lugar, por el momento no existen otras publicaciones sobre dominio afectivo en la formación inicial de maestros en Costa Rica que permita contrastar estos hallazgos. En tercer lugar, dado el carácter aproximativo y el tamaño muestral, los resultados no son generalizables, solamente describen los momentos preliminares de las asignaturas en los contextos universitarios onubense y costarricense.

Considerando estas conclusiones, consideramos relevante emprender estudios de caso desde la conformación de grupos de investigación-acción participativa focalizados en la integración del binomio reflexión-práctica de los maestros en formación inicial durante el *Prácticum*, así como con docentes en servicio; en particular, en lo que refiere al CDC personal y la habilidad en la enseñanza.

La transferencia de metodologías de investigación como las desarrolladas por Vázquez-Bernal, Jiménez-Pérez y Mellado (2019) permitirían establecer perfiles didácticos a partir de la Hipótesis de la Complejidad, emprender acciones para superar obstáculos de naturaleza afectiva, contextual, cognitiva y curricular en la enseñanza de los tópicos científicos particulares y en el desarrollo profesional. Estas aportaciones sustentan la discusión sobre prácticas de referencia en los procesos de formación continua de docentes latinoamericanos, quienes también exponen emociones negativas como inseguridad y miedo ante la ejecución de la indagación en el aula, debido en parte a la escasa formación científica. La reflexión colaborativa les permitirá ganar seguridad al compartir sus impresiones con otros colegas (Retana-Alvarado y Vázquez-Bernal, 2019).

Agradecimientos y financiación

Se agradece a la Universidad Surcolombiana por la invitación para participar en la realización de esta obra que da voz a académicos jóvenes destacados de Latinoamérica. El estudio ha sido financiado por la Universidad de Costa Rica, a través de una beca de investigación para la realización de estudios de Maestría y Doctorado en España, con el aval de la Oficina de Asuntos Internacionales y Cooperación Externa (OAICE). Además, el presente trabajo se enmarca en el proyecto de investigación “El cambio en las emociones de futuros maestros en la interacción con una enseñanza de las ciencias basada en la indagación de cuestiones sociocientíficas”, inscrito en la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, con código 242-B9-357. Un especial agradecimiento por la aportación académica de la Universidad de Huelva, España.