



**TRABAJO DE FINAL DE MÁSTER
FACULTAD DE EDUCACIÓN**



**Relación entre las emociones y el conocimiento
en Ciencias Experimentales en una muestra de
alumnos de diferentes grados de la rama de
ciencias de la Universidad de Extremadura**

MÁSTER UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA Y
EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES, SOCIALES Y
LAS MATEMÁTICAS. ESPECIALIDAD: DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES

Autora: Ángela Tapia Mejías

Directores: M^a Rocío Esteban Gallego

Jesús A. Gómez Ochoa de Alda

Curso: 2016/17 Badajoz

Resumen

La importancia del dominio afectivo en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales ha ido en aumento en los últimos años, hasta considerar que el proceso de enseñanza-aprendizaje integra aspectos cognitivos y afectivos. Las emociones que experimentan los alumnos están relacionadas con la motivación de los mismos y esto influye en su aprendizaje. Así, en este trabajo fin de máster se analizan las emociones que recuerdan haber sentido muestra de alumnos, de primer curso de diferentes grados de la rama de ciencias, a lo largo de su vida académica, se estudian los conocimientos científicos básicos que posee la muestra y se analiza la posible relación entre ambas variables, así como las posibles diferencias por género. Los resultados de la investigación indican que los alumnos de la muestra con mayor nivel de conocimientos básicos relativos a Ciencias Experimentales son aquellos que han experimentado menos asco en las clases magistrales y menos miedo, nerviosismo, vergüenza y preocupación con las prácticas de ciencias.

Palabras clave: emociones, enseñanza y aprendizaje de las ciencias, clases expositivas, clases prácticas, conocimiento científico básico y Ciencias Experimentales.

Abstract

The importance of the affective domain in Didactics of Experimental Sciences has increased in recent years. Emotions which students experience are related to their motivation and that affects their learning.

Therefore, in this Master's Final Project, we analyse the emotions felt by a sample of first-year students of diverse degrees of Sciences branch, throughout their academic life's, the basic scientific knowledges that the sample possesses is studied and the possible link between both variables.

The research findings show that the students of the sample with more level of basic knowledges concerning Experimental Sciences are those that have felt less revulsion in master classes and less fear, nervousness, shame and concern with science practices.

Keywords: Emotions, teaching and learning sciences, methodologies, basic scientific knowledges and Experimental Sciences.

Índice

Resumen.....	2
1. Introducción.....	5
2. Marco teórico.....	7
2.1. Las emociones.....	7
2.1.1. Definición de emoción y clasificación.....	7
2.1.2. Importancia del estudio de las emociones en la historia.....	10
2.1.3. Las emociones en los profesores y su formación.....	11
2.1.4. La relación entre las emociones y el aprendizaje.....	11
2.2. La enseñanza de las ciencias en Educación Secundaria.....	14
2.2.1. Marco normativo.....	17
2.3. Evaluación a nivel internacional de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.....	19
3. Objetivos.....	24
4. Metodología.....	25
4.1. Diseño de la investigación.....	25
4.2. Población y muestra.....	25
4.3. Instrumento.....	27
4.4 Plan de análisis de datos.....	28
5. Resultados.....	30
5.1. Análisis de las preguntas de contenidos sobre conocimiento científico básico.....	30
5.1.1. Análisis de las preguntas de contenido según el género.....	32
5.2. Análisis del recuerdo de las emociones en clases expositivas y prácticas.....	32
5.2.1. Análisis del recuerdo de las emociones en clases expositivas y prácticas según el género.....	34
5.3. Análisis de las relaciones entre el recuerdo de las emociones y el conocimiento previo de ciencias.....	37
4.3.1. Análisis, según el género, de las relaciones entre el recuerdo de las emociones y el conocimiento previo de ciencias.....	43
6. Discusión de datos.....	48
7. Conclusiones.....	52
8. Bibliografía.....	54
9. Anexos.....	60

1. Introducción

Históricamente, en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales las investigaciones realizadas se han centrado fundamentalmente en los aspectos cognitivos, obviando los aspectos afectivos. Las investigaciones actuales señalan que tanto el aprendizaje, como la enseñanza de los conceptos científicos, son procesos complejos dependientes de más factores que el cognitivo (Dávila, Borrachero, Cañada y Sánchez, 2016), por ello el estudio de la implicación de las emociones en el proceso de enseñanza aprendizaje es importante, pues las emociones pueden provocar un cambio afectivo y cognitivo en el alumnado. Según Mellado *et al.* (2014) en el ámbito de las ciencias, las emociones positivas favorecen el aprendizaje y el compromiso de los alumnos, por el contrario, las emociones negativas pueden llegar a limitar la capacidad de aprendizaje

A lo largo de la etapa escolar los alumnos van generando actitudes y emociones hacia las ciencias en función de los éxitos y fracasos que obtienen en las mismas. Debido a ello es interesante conocer los aspectos emocionales que experimentan los alumnos y cuáles son las motivaciones que les provocan emociones positivas (Dávila, Cañada, Martín y Mellado, 2016). Según Albaladejo y Caamaño (1992) el uso de trabajos prácticos en el aula de ciencias favorece las emociones positivas, ya que beneficia la motivación de los estudiantes, ayudando al aprendizaje de conceptos científicos, además de favorecer la adquisición de habilidades y destrezas científicas.

En base a la importancia de las emociones en la motivación de los alumnos, y a la implicación de la motivación en el proceso de enseñanza aprendizaje, en este trabajo fin de máter (TFM) se analiza la posible relación entre los conocimientos científicos básicos que posee una muestra de alumnos, de primero de diferentes grados de la rama de ciencias de la Universidad de Extremadura, y las distintas emociones experimentadas tanto en clases expositivas como prácticas durante su vida académica. Para ello se elabora un cuestionario con el que valorar los conocimientos científicos básicos en Ciencias Experimentales que han adquirido los alumnos de la muestra a lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato. Y se analizan las frecuencias

con la que, a lo largo de su vida académica, los estudiantes han experimentado diversas emociones positivas y negativas.

2. Marco teórico

2.1. Las emociones

2.1.1. Definición de emoción y clasificación

En el momento actual no hay una definición de emoción aceptada por toda la comunidad científica, puesto que han sido muchos los autores que han publicado definiciones de este término dando importancia a diferentes aspectos del concepto.

Según la Real Academia Española (2001) una emoción es “Alteración del ánimo intensa y pasajera, agradable o penosa, que va acompañada de cierta conmoción somática.”

Bisquerra (2000) define las emociones como:

Reacciones a las informaciones que recibimos en nuestras relaciones con el entorno. La intensidad de la reacción está en función de las evaluaciones subjetivas que realizamos sobre cómo la información recibida va a afectar nuestro bienestar. En estas evaluaciones subjetivas intervienen conocimientos previos, creencias, objetivos personales, percepción de ambiente provocativo, etc. Una emoción depende de lo que es importante para nosotros (p.63).

Mellado *et al.* (2014) definen las emociones como una reacción subjetiva a los estímulos del entorno, estas reacciones vienen acompañadas de cambios fisiológicos y endocrinos, los cuales tienen un origen innato y que están influidos por la experiencia social e individual.

Según Casacuberta (2000) todas las definiciones existentes tienen un punto en común: una emoción es un estado complejo del individuo, que se caracteriza por una excitación o perturbación del estado fisiológico que impulsa a una respuesta sistematizada.

Vivas, Gallego y González (2007) intentan aclarar el complejo concepto de emoción señalando los elementos que deben darse en una emoción:

- Una situación o incentivo con características específicas capaces de originar tal emoción
- Un sujeto apto para captar esa situación, capaz de procesarla correctamente y responder ante ella

- El motivo que el sujeto asigna a la situación, lo que permite marcar una emoción, en función del ámbito del lenguaje con términos como tristeza, diversión, incertidumbre...
- La experiencia emocional del sujeto hacia esa situación
- La reacción corporal del sujeto a través de respuestas instintivas, como pueden ser: cambios en la respiración, incremento de la sudoración, sequedad en la boca...
- La manifestación motora-observable del sujeto: diferentes expresiones faciales, diversos movimientos corporales, llantos, sonrisas...

En la bibliografía también se encuentran diversas clasificaciones para catalogar las emociones, atendiendo a diferentes criterios según el área en la que investigue el autor. Una de las clasificaciones más empleada por la comunidad científica es la propuesta por Damasio en 2005, autor que propone clasificar las emociones en dos grupos:

- Emociones primarias o básicas (ira, miedo, aversión, sorpresa, alegría y tristeza), estas emociones son básicas en la especie humana y responden a hechos culturales, compartidos con otros primates
- Emociones sociales (vergüenza, culpa, simpatía, envidia, admiración, indignación...), proceden de las emociones básicas y se construyen a través del contexto y de las relaciones sociales. Son emociones individuales y diferentes en cada persona

Díaz y Flores (2001) realizan una clasificación relacionada con las emociones estimulantes y depresoras de las acciones. Como se puede observar en la figura 1, las emociones se organizan siguiendo el principio del círculo cromático, y se usan catorce ejes polares de emociones contrarias (calma-tensión, certeza-duda, compasión-ira, diversión-aburrimiento, agrado-desagrado, alegría-tristeza, placer-dolor, satisfacción-frustración, deseo-aversión, amor-odio, valor-miedo, vigor-agotamiento, entusiasmo-apatía, altivez-humillación). Estos autores clasifican las emociones en dos ejes de coordenadas: en el eje horizontal las contrapuestas relajación-excitación (según la activación) y en el eje vertical las, también contrapuestas, agradables-desagradables. Las emociones agradables se encuentran en el semicírculo superior y las desagradables en el inferior y, las emociones de relajación están

ubicadas en el lateral izquierdo, opuestas a las de excitación que están en el derecho.

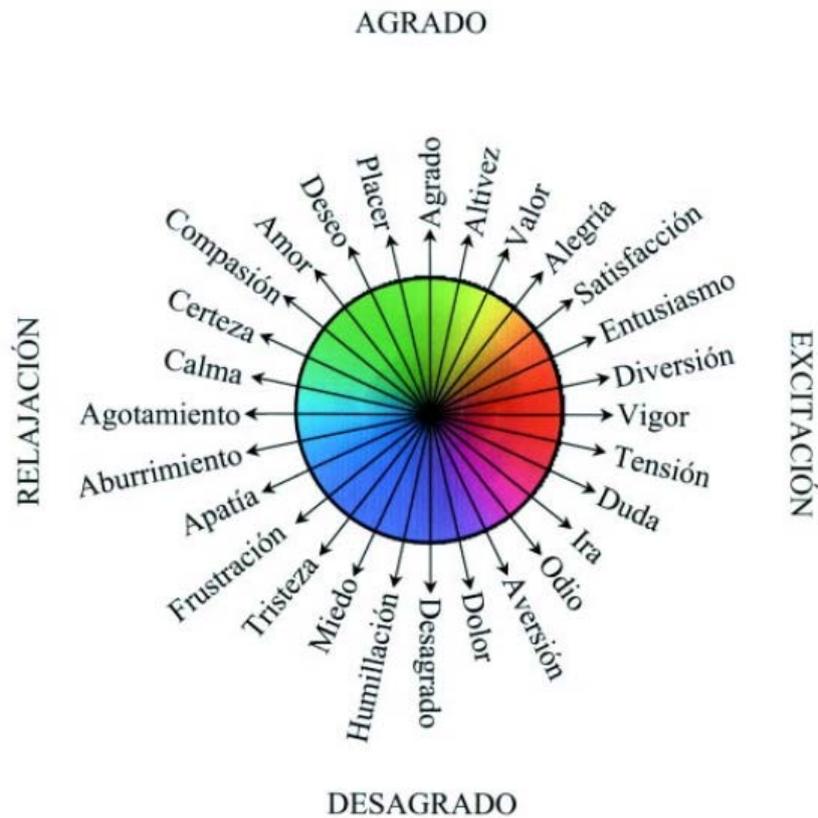


Figura 1. Modelo circular del sistema afectivo de Díaz y Flores (2001)

Una clasificación muy aceptada en el ámbito de la educación es la realizada por Fernández-Abascal, Martín y Domínguez (2001):

- Emociones positivas: Son las emociones que conllevan sentimientos agradables, no necesita apenas recursos para su afrontamiento, además, tienen una duración temporal breve. Algunas de estas emociones son: la alegría, el orgullo, la gratitud...
- Emociones negativas: Son las emociones que conllevan sentimientos desagradables y que necesitan la movilización de muchos recursos para su afrontamiento. Algunas de estas emociones son: la ira, el miedo, la culpa, la aversión...
- Emociones neutras: Estas emociones no producen por sí mismas reacciones agradables ni desagradables, sino que facilitan la aparición de posteriores estados emocionales. Por ejemplo, la sorpresa.

2.1.2. Importancia del estudio de las emociones en la historia

El análisis de las emociones no es un tema nuevo, en 1872 Darwin publicó el libro, *La expresión de las emociones en el hombre y en los animales*, en el cual afirmaba que las emociones son una forma básica de regular la vida y que ayudan al cuerpo a adaptarse a lo que le rodea, además, son importantes para la supervivencia de la especie.

Paoloni (2014) respalda lo afirmado años atrás por Darwin, considerando que el papel de las emociones es destacado para la humanidad en sí misma. En el área de la Biología, las emociones han ocupado un papel protagonista en la evolución de la especie y son un engranaje clave para el futuro de los hombres y el planeta.

La importancia de las emociones no ha estado presente en otras áreas, así, en 2013, Manassero afirma que las emociones han estado aisladas durante muchísimo tiempo de la Filosofía, la Psicología y por supuesto, de la ciencia y su didáctica, pues en la investigación de la didáctica de las ciencias siempre se ha indagado en los factores cognitivos de la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales, dejando a un lado el dominio afectivo y emocional (Mellado *et al.*, 2014).

Es a partir de los años 90 cuando se comienza a prestar mayor atención a las emociones en la investigación educativa y en el ámbito educativo en general (Costillo, Borrachero, Brígido y Mellado, 2013), siendo en el 2005 el primer año en el que se incorporó el término “emociones” a la lista de tópicos interesantes de las líneas de investigación de la Psicología Educativa (Schutz y Pekrun, 2007). Por ello ya no es tan habitual el analfabetismo emocional, entendiendo este concepto como la incapacidad de interpretar y percibir las emociones de los demás y de uno mismo (Brígido, Bermejo, Conde, Borrachero y Mellado, 2010).

Actualmente se entiende la enseñanza como una práctica emocional, en la cual intervienen procesos cognitivos y afectivos. Las emociones adquieren un papel primordial en el desarrollo del aprendizaje, pues el mundo emocional que desarrolla cada persona sobre la realidad exterior es lo que da sentido a las relaciones (Davila *et al.*, 2015).

2.1.3. Las emociones en los profesores y su formación

Otero (2006) determina que no hay ninguna acción humana que no tenga una emoción que la argumente y la haga posible. Así, las emociones intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido Bisquerra y Pérez (2007) declaran que si el alumno posee competencias emocionales va a adquirir con mayor facilidad los conocimientos académicos, por ello es necesario formar profesores emocionalmente competentes que estén capacitados para hacer frente a la tarea educativa, no solo desde el punto de vista cognitivo sino también desde el punto de vista emocional, ya que “El alumno, a lo largo de su recorrido académico va a generar actitudes y emociones, hacia las ciencias, las cuales serán positivas o negativas según perciba éxitos o fracasos” (Dávila *et al.*, 2016).

Es por esto que, tal y como muestra Bisquerra (2005), es necesario que el profesorado este concienciado y capacitado de diversas competencias emocionales, para hacer frente de manera adecuada a las diversas situaciones y procesos educativos, con el fin de potenciar el desarrollo profesional propio del docente y del alumnado. La labor del docente es favorecer y promover emociones positivas en el alumnado, para incitar e impulsar el aprendizaje y la motivación por aprender, modificando las emociones negativas por emociones positivas mediante actividades científicas creativas y emocionantes (Dávila *et al.*, 2015).

2.1.4. La relación entre las emociones y el aprendizaje

Hargreaves, en 2003, señala que las emociones se encuentran en el corazón de la enseñanza, por ello actualmente se admite que hay que incorporar la dimensión emocional al proceso de enseñanza-aprendizaje, pues las regiones cerebrales “afectivas” están involucradas en la cognición y las regiones cerebrales “cognitivas” están involucradas en la emoción (Pessoa, 2008). Por lo tanto, se considera que lo cognitivo conforma lo afectivo y lo afectivo lo cognitivo, siguiendo así la teoría de los moldes cognitivo-afectivos de Hernández (2002). Dolan (2002) manifiesta que las emociones influyen en el desarrollo racional de los pensamientos, que los sujetos se ligan a ideas que no tienen base en la razón, asentando de este modo creencias e ideas irracionales.

Diversas investigaciones, como la llevada a cabo por Mellado *et al.* (2014), declaran que las emociones académicas están directamente relacionadas con la motivación del estudiante, la estrategia de enseñanza-aprendizaje, los recursos cognitivos y el rendimiento académico. De igual forma, las emociones se encuentran significativamente vinculadas a la personalidad y los antecedentes de la clase (Pekrun, Goetz y Perry, 2002). En 2008, Pessoa define la motivación como lo que hace que un sujeto trabaje con el fin de obtener una compensación o para evitar el castigo. Así, la motivación y las emociones están fuertemente ligadas, puesto que ambas obedecen a la relación del organismo con su entorno. Por tanto, las motivaciones de los alumnos influyen en sus relaciones sociales dentro del centro escolar y en su aprendizaje.

En cuanto a la relación entre emociones y motivación, Marcos-Merino, Esteban y Ochoa de Alda (2016) afirman que “Las emociones son un aspecto clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje y en el mantenimiento de la motivación hacia el aprendizaje permanente”. Las emociones académicas que experimentan los alumnos pueden tener un efecto muy significativo sobre el aprendizaje a través de la motivación para aprender y la correcta elección de la estrategia de enseñanza. Esta relación de las emociones con el aprendizaje hace que sea importante conocer los aspectos emocionales que experimentan los alumnos, lo cual puede realizarse a través de las distintas actividades y estrategias de enseñanza (Dávila *et al.*, 2015).

Las emociones positivas favorecen el aprendizaje y las conductas de éxito, mientras que las emociones negativas frenan el aprendizaje e influyen desfavorablemente en el comportamiento del alumnado. Según Dunsmoor, Murty, Davachi y Phelps (2015) esto es debido a la relación que posee la memoria con las emociones, pues si la información se asocia a un estímulo emocional se recuerda mejor que si se asocia a un estímulo neutral. Kensinger y Corkin (2004) han demostrado que los estímulos emocionales positivos provocan una agitación en la amígdala que mejora la memoria, lo que conlleva a que las tareas excitantes se almacenen mejor en la memoria. Según Vázquez y Manassero (2007) “En general, una actitud positiva hacia la ciencia escolar suele asociarse con un mejor rendimiento escolar y viceversa”

Las emociones también han sido relacionadas con el aprendizaje a largo plazo. “El aprendizaje duradero es un logro que podría estar mediado por las emociones experimentadas durante su adquisición” (Ochoa de Alda *et al.*, 2016), de esta manera las emociones cuentan con un papel sustancial en el aprendizaje, por ello es importante favorecer que la ciencia escolar se desarrolle en un ambiente emocional apropiado.

Con el objetivo de integrar los contenidos de ciencia de manera que se consiga la motivación del alumno, para provocar en ellos emociones positivas, aumentando así su interés por la ciencia y mejorando el proceso de enseñanza-aprendizaje, se podría recurrir al desarrollo y a la puesta en práctica de sesiones en las que destaquen las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (Marcos-Merino *et al.*, 2016), o a desarrollar actividades en el aula que conecten directamente con la vida diaria de los alumnos y/o con problemas típicos de su entorno Hulleman y Harackiewicz (2009).

Para la comprensión correcta del efecto de las emociones en el aula, es necesario tener en cuenta que las emociones del alumnado pueden ser distintas a nivel individual según el contexto, el tiempo y la temática (Ochoa de Alda, Marcos-Merino, Méndez-Gómez y Esteban, 2016). Las emociones de los alumnos hacia las ciencias se modifican a lo largo de su vida escolar. El alumnado en Educación Primaria suele tener emociones y actitudes positivas hacia la ciencia (Brígido, Caballero, Bermejo, Conde y Mellado, 2009; Costillo *et al.*, 2013), pero estas emociones van transformándose en emociones negativas con el paso de los años, especialmente en la etapa de secundaria, en la cual los alumnos empiezan a ver la ciencia difícil, aburrida e irrelevante para el día a día (Vázquez y Manassero, 2008; Mellado *et al.*, 2014; Dávila *et al.*, 2016).

Las emociones del alumnado también son diferentes según la metodología didáctica empleada en el aula. Las emociones que sienten los alumnos al realizar clases prácticas son más positivas que al recibir clases expositivas (Vázquez y Manassero, 2008; Dávila *et al.*, 2015; Dávila *et al.*, 2016; Ochoa de Alda *et al.*, 2016).

El género es otro factor que puede influir en las emociones. La investigación llevada a cabo por Mellado *et al.* (2014) encuentra diferencias en función del género: los chicos están más a favor de temas de Física y Química, mientras que las chicas están más a favor de temas de Salud y de Ciencias de la vida.

Las emociones mejoran el aprendizaje y el aprendizaje estimula las emociones (Marcos-Merino *et al.*, 2016) por lo que es necesario estudiar las emociones en las asignaturas de ciencias, pues el desarrollo de las actitudes y emociones positivas va a favorecer a un cambio de mentalidad hacia las expectativas de las materias de ciencias, beneficiando así el acercamiento del alumnado y las ciencias (Dávila *et al.*, 2015).

2.2. La enseñanza de las ciencias en Educación Secundaria

Son muchos los modelos didácticos que se han enunciado y desarrollado en los últimos años en relación a la enseñanza de las ciencias, como pueden ser: la enseñanza expositiva, mediante la investigación dirigida, por descubrimiento, mediante conflicto cognitivo...

Actualmente, una de las metodologías más utilizada en el aula es la expositiva. Según Quaas y Crespo (2003):

La metodología expositiva propone un aprendizaje por asimilación a través de procesos de inclusión y busca lograr aprendizajes significativos. Esta metodología establece una relación de comunicación desde el profesor al alumno. El profesor es quien, en términos generales, explica los nuevos contenidos a través de una introducción motivadora y orientadora, elabora las ideas del tema y termina con una síntesis final, sin olvidar que un aspecto importante lo constituye la identificación de los conceptos inclusores de la estructura cognitiva de sus alumnos, al menos de forma general. (p. 227)

En esta metodología, es el profesor el que posee el mando de la clase, dirigiendo y guiando al alumnado para que comprendan la información (Vega y Garrote, 2005), para ello el profesor debe esforzarse en conseguir que el alumnado se encuentre en todo momento motivado y tengan interés por la asignatura.

Es habitual que esta metodología expositiva esté complementada con actividades prácticas, las cuales son esenciales para la adquisición de los conocimientos científicos, pues como afirman Caamaño, Carrascosa y Oñorbe (1992):

La ciencia es una actividad práctica, además de teórica, y una gran parte de la actividad científica tiene lugar en los laboratorios. Si la enseñanza de las ciencias ha de promover la adquisición de una serie de procedimientos y habilidades científicas, desde las más básicas (utilización de aparatos, medición, tratamiento de datos, etc.) hasta las más complejas (investigar y resolver problemas haciendo uso de la experimentación), es clara la importancia que los trabajos prácticos deben tener como actividad de aprendizaje de estos procedimientos. (p. 8)

Caamaño (2003) hace un análisis de las actividades prácticas y propone clasificarlas en cuatro:

- Las *experiencias*: son tareas orientadas a provocar una familiarización perceptiva con los fenómenos. Un ejemplo podría ser sentir la fuerza de una goma elástica al estirarla
- Los *experimentos ilustrativos*: son actividades orientadas a esclarecer principios y leyes para mejorar su comprensión. Un ejemplo sería la observación de la combustión de una vela en el interior de un vaso
- Los *ejercicios prácticos*: son actividades destinadas al aprendizaje de métodos y técnicas. Según Caamaño (2004) se puede distinguir entre dos tipos de ejercicios prácticos:
 - o Ejercicios prácticos destinados al aprendizaje de procedimientos y/o destrezas. Por ejemplo, la clasificación de sustancias según sus propiedades
 - o Ejercicios prácticos destinados a ilustrar o corroborar una teoría. Por ejemplo, determinar la relación volumen-temperatura de un gas
- Las *investigaciones*: son tareas que se utilizan para comprender los procesos de la ciencia. En 2004 este autor también diferencia entre dos tipos de investigaciones:
 - o Investigaciones para resolver problemas teóricos, las cuales pretenden contrastar hipótesis o diagnosticar determinadas propiedades o relaciones entre variables en el marco de teorías.

Un ejemplo podría ser comprobar como varía el volumen de un gas con la temperatura

- Investigaciones para resolver problemas prácticos, estas investigaciones tienen como objetivo comprender los procedimientos de la ciencia a través de la resolución de problemas, los cuales normalmente están planteados en un contexto cotidiano para el alumno. Por ejemplo, ¿qué tejido abriga más?

Albaladejo y Caamaño (1992) sostienen que los trabajos prácticos favorecen la motivación del alumnado y ocasionan actitudes positivas. Proporcionan un conocimiento vivencial de los fenómenos, lo cual favorece la comprensión de los conceptos y teorías científicas. Además, los trabajos prácticos desarrollan habilidades y destrezas, creando un sentimiento de confianza sobre la capacidad para resolver problemas, así como hábitos de trabajo, como pueden ser la rigurosidad o el espíritu de colaboración. Otra característica de los mismos, según Reigosa y Jiménez (2000), es que al poderse realizar fácilmente en pequeños grupos, proporcionan el contexto idóneo para que los alumnos socialicen entre ellos y así favorecen la toma de conciencia sobre el punto de vista de los demás.

Según García, Martínez y Mondelo (1995), los libros de texto no presentan actividades prácticas adecuadas para favorecer el aprendizaje, sino muestran los trabajos prácticos como prácticas de laboratorio, promoviendo un reducido número de procedimientos científicos limitados al desarrollo de la manipulación, observación y comprobación de la teoría. Por ello consideran importante promover una nueva orientación del trabajo práctico desarrollando materiales curriculares alternativos. Para llevar a cabo esta nueva orientación es necesario formar específicamente al profesorado para la adquisición de diferentes estrategias en el desarrollo de este tipo de actividades.

Los trabajos prácticos motivan a los estudiantes y originan emociones positivas según el enfoque metodológico con el que se impartan, según Marcos-Merino *et al.* (2016) los resultados de las prácticas de laboratorio que se realizan en los institutos, las cuales están basadas en reproducir los pasos de unas instrucciones cerradas que les ha entregado el profesor, no son satisfactorios.

Debido a ello, la metodología constructivista propone plantear las prácticas como una resolución de problemas, con una orientación investigativa.

2.2.1. Marco normativo

Actualmente la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato están regulados por la siguiente legislación:

- A nivel nacional: Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, el cual es una modificación de la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa, que modificó la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación
- A nivel regional: DECRETO 98/2016, de 5 de julio, por el que se establece el Currículo de Educación Secundaria para la Comunidad autónoma de Extremadura

Según el Artículo 3 del DECRETO 98/2016, de 5 de julio, los alumnos deben adquirir diferentes elementos transversales, el primero de los cuales hace referencia a las prácticas educativas:

El currículo incorpora, asimismo, los elementos transversales en los términos en que aparecen explanados en el artículo 6 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre. Sin perjuicio de su tratamiento específico en algunas de las asignaturas de las etapas, los elementos transversales formarán parte de los procesos generales de aprendizaje del alumnado. Para su adecuado tratamiento didáctico, los centros promoverán prácticas educativas que beneficien la construcción y consolidación de la madurez personal y social del alumnado. (pp. 17356)

En base a la importancia de la motivación del alumnado y de la realización de trabajos prácticos, el Artículo 8 establece que:

La metodología didáctica deberá tener en cuenta el contexto y los diferentes ritmos de aprendizaje del alumnado; será fundamentalmente activa y participativa y tratará de implicar también, en lo posible, a las familias; favorecerá la capacidad del alumnado para aprender por sí mismo, para trabajar en equipo y para aplicar los métodos de investigación apropiados; estimulará el compromiso del alumno con su aprendizaje desde la motivación intrínseca, la responsabilidad y el deseo de aprender; asimismo, potenciará el trabajo individual y cooperativo en el aula, donde el rol del docente ha de ser el de guía y facilitador del proceso educativo.

La metodología didáctica estará al servicio de un aprendizaje funcional y verdaderamente significativo que fomente el aprendizaje por descubrimiento, el pensamiento eficaz -que se reclama de la planificación y el razonamiento-, la preparación para la resolución de problemas de la vida cotidiana, la aplicación de lo aprendido en diferentes contextos, reales o simulados, y la mejora en la capacidad de seguir aprendiendo. Para ello resultan idóneos los proyectos de trabajo y las tareas competenciales. En este sentido, el profesorado facilitará, especialmente en la etapa de Bachillerato, la realización por el alumnado de trabajos de investigación, monográficos, interdisciplinarios y otros de naturaleza análoga que podrían implicar a uno o varios departamentos de coordinación didáctica; en este tipo de trabajos se encarecerá la importancia del respeto a la ética académica y se penalizará cualquier plagio o proceder fraudulento. (pp. 17363-17364)

A lo largo de la ESO, los alumnos cursan la asignatura “Ciencias aplicadas a la actividad profesional”, la cual formará a los estudiantes en el método científico y especialmente en el desarrollo de técnicas experimentales:

Es importante que, al finalizar la ESO, los estudiantes hayan adquirido conocimientos procedimentales en el área científica, sobre todo en técnicas experimentales.

Esta materia les aportará una formación experimental básica y contribuirá a la adquisición de una disciplina de trabajo en el laboratorio, respetando las normas de seguridad e higiene así como valorando la importancia de utilizar los equipos de protección personal necesarios en cada caso. Esta materia proporciona una orientación general a los estudiantes sobre los métodos prácticos de la ciencia, sus aplicaciones a la actividad profesional, los impactos medioambientales que conlleva, así como operaciones básicas de laboratorio relacionadas; esta formación les aportará una base muy importante para abordar en mejores condiciones los estudios de formación profesional en las familias agraria, industrias alimentarias, química, sanidad, vidrio y cerámica, etc.

Los contenidos se presentan en tres bloques. El bloque 1 está dedicado al trabajo en el laboratorio, siendo importante que los estudiantes conozcan la organización de un laboratorio, los materiales y sustancias que van a utilizar durante las prácticas, haciendo mucho hincapié en el conocimiento y cumplimiento de las normas de seguridad e higiene así como en la correcta utilización de materiales y sustancias (pp. 17440).

La asignatura de “Física y Química” que cursan los estudiantes, en tercero y cuarto de la ESO y en el primer curso de Bachillerato, también forma a los estudiantes en este método a través del trabajo experimental:

El primer bloque de contenidos, común a todos los niveles, está dedicado a desarrollar las capacidades inherentes al trabajo científico, partiendo de la observación y experimentación como base del conocimiento. Los contenidos propios del bloque se desarrollan de forma transversal a lo largo del curso, utilizando la elaboración de hipótesis y la toma de datos

como pasos imprescindibles para la resolución de cualquier tipo de problema. Se han de desarrollar destrezas en el manejo del aparato científico, pues el trabajo experimental es una de las piedras angulares de la materia (pp. 17454)

Y en la asignatura de “Biología y Geología”, impartida en segundo, tercero y cuarto de la ESO, y primer curso de Bachillerato, existen dos bloques de contenidos relacionados con la metodología científica y la investigación:

- El bloque I “Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica” está dedicado a conocer la metodología científica y a potenciar diferentes habilidades científicas observar, analizar, comparar, interpretar, experimentar...
- Además, en el bloque VII “Proyecto de investigación” se realiza un “Proyecto de investigación sobre uno de los contenidos del currículo en el cual pondrá en práctica su familiarización con la metodología científica. Se desarrollará en grupos para estimular el trabajo en equipo.”

2.3. Evaluación a nivel internacional de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias

En los últimos años han aumentado el uso de proyectos nacionales e internacionales para la evaluación de la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales, y del resto de materias, debido a la presión que tienen los sistemas educativos por parte de las administraciones políticas (Acevedo, 2005). El uso de estos proyectos es una medida relativa para comprobar la calidad global de la educación en los diferentes países. La evaluación va mucho más allá de la comprobación del nivel de conocimiento y comprensión que tienen los alumnos, llegando a ser una señal de la capacidad de enseñanza del profesor y del rendimiento del sistema educativo.

La realización de estas evaluaciones permite que cada país participante amplíe y enriquezca los conocimientos que tiene sobre el rendimiento del alumnado, y puede ser útil para que los propios centros educativos sean conscientes de cuáles son sus puntos fuertes y sus puntos débiles, pudiendo así mejorar estos. De manera que con los incentivos oportunos se pretende motivar

para la mejora del aprendizaje de los alumnos, de la enseñanza de los profesores y de la efectividad del propio centro (Acevedo, 2005).

En estas evaluaciones hay diferencias puntos de vista o interpretaciones sobre qué es importante, y sobre qué no lo es, en la enseñanza-aprendizaje de una materia, de tal manera, que solo se evalúa lo que se considera importante. Bien planteadas, las evaluaciones externas, tanto nacionales como internacionales, pueden favorecer a la orientación de la enseñanza hacia un currículo más innovador.

Actualmente, a nivel internacional hay dos evaluaciones cuyos resultados tienen mucha repercusión: *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) y *Programme for International Student Assessment* (PISA).

TIMSS

El estudio TIMSS, en español *Estudio internacional de tendencias en Matemáticas y ciencias*, evalúa el rendimiento en ambas competencias de los alumnos de cuarto y octavo grado (4º de Educación Primaria y 2º de Educación Secundaria Obligatoria en el sistema educativo español) (TIMSS 2015, p.9)

Acevedo (2005) expone que el proyecto TIMSS consiste en una evaluación del rendimiento de los estudiantes en las materias de matemáticas y ciencias, con el fin de aprender más sobre la naturaleza y el alcance del aprendizaje de los estudiantes de estas dos áreas, y en el contexto en el que se da. Esta evaluación externa, la cual se realiza a nivel internacional, pretende localizar los factores que se encuentran directamente relacionados con el aprendizaje de los escolares en dichas materias y que puedan modificarse por la política educativa, como son el currículo, la habilidad de enseñanza o la asignación de recursos.

Las características del aula y de la escuela son un reflejo de la comunidad y del sistema educativo, que, a la vez, también son aspectos particulares de la sociedad del país en el que viven los estudiantes (Acevedo, 2005, p.285)

Tanto para la evaluación del área de matemáticas, como para el área de ciencia, los marcos teóricos utilizados para las evaluaciones son los mismos. Esto ocurre también con el diseño y características de cada parte de la prueba, así como con los dominios utilizados, los cuales, aunque son distintos para cada

área, tienen el mismo fundamento teórico y una misma composición. Esta evaluación distingue entre dominio de contenido (especifica el objeto que va a ser evaluado) y dominio cognitivo (especifica el proceso de pensamiento). Para la elaboración de las preguntas del proyecto, el equipo de especialistas tiene como referente las determinaciones confeccionadas en cada dominio, tanto de contenido como cognitivo, teniendo al final cada pregunta un dominio de contenido y un dominio cognitivo específico (TIMSS 2015).

Como muestra Acevedo (2005), el TIMSS es un cuestionario compuesto por preguntas cerradas (tipo test, 4 opciones, 1 sola opción correcta), preguntas abiertas y algunas preguntas de resolución de problemas. Cada pregunta está centrada en un contenido concreto y el alumno necesita tener unos conocimientos y unas destrezas específicas.

Los resultados de España, en el último informe TIMSS, correspondiente al año 2015, han sido de un total de 518 puntos en ciencias, situándose este valor por encima del valor promedio de todos los países participantes (500 puntos), y por debajo del valor promedio si solo se consideran los países de la Unión Europea (521 puntos), aunque las diferencias no son significativas.

Con respecto al análisis de los dominios de contenido examinados en esta evaluación, los peores resultados obtenidos por España, en el apartado de ciencias, han sido en “ciencias físicas”. Y respecto a los dominios cognitivos, España obtiene los peores resultados en el dominio “aplicar”.

Desde el primer informe TIMSS, realizado en 1995, hasta el último de 2015, España ha mejorado en 13 puntos sus resultados en el apartado de ciencias, reduciendo la distancia a 3 puntos con la media de los países que forman parte de la Unión Europea (diferencias no significativas).

PISA

PISA es un estudio internacional de evaluación del rendimiento académico de los alumnos de 15 años, edad en torno a la cual finalizan los estudios obligatorios en la mayoría de los países, que evalúa el grado de adquisición de los conocimientos y destrezas necesarios para la incorporación a la vida adulta (Maestro, 2006, p.316).

La evaluación realizada por este proyecto, que se realiza cada tres años, se centra en la alfabetización lectora, matemática y científica (Acevedo, 2005). En cada aplicación hay cuestiones sobre los tres tipos de alfabetización, y cada nueve años se hace énfasis en una de las áreas de conocimiento, a dicha área se dedican dos tercios de la prueba de evaluación, esto permite que cada país realice un seguimiento de los progresos en cada área. Al igual que el proyecto TIMSS, este estudio internacional, del alumnado que está terminando la enseñanza obligatoria, permite comprobar el rendimiento de los sistemas educativos de los diferentes países, colaborando en el impulso de reformas educativas con el fin de mejorar la enseñanza y el propio centro educativo.

Además, este informe examina el vínculo entre profesores y alumnos, el número de horas dedicadas a impartir cada área, el tiempo de estudio fuera y dentro del aula y las estrategias utilizadas para el refuerzo y apoyo hacia los alumnos con necesidades educativas (Maestro, 2006).

El objetivo general del proyecto PISA es conocer la preparación de los estudiantes de 15 años para enfrentarse a la vida adulta. “Los estudiantes no pueden aprender en las escuelas todo lo que necesitarán para desenvolverse en la vida como adultos, pero sí deberían adquirir las capacidades necesarias – cognitivas y emotivas- para seguir aprendiendo en el futuro” (Acevedo, 2005). A diferencia del estudio TIMSS que se centra en el análisis de los contenidos directamente relacionados con el currículo.

La evaluación consiste en un examen compuesto por preguntas cerradas de elección múltiple y por preguntas abiertas con información relacionada con una situación de la vida cotidiana. Adicionalmente, los alumnos tienen que contestar a un cuestionario de contexto para recopilar información sobre características personales, entorno familiar, aspiraciones y otras características asociadas al éxito escolar (Cadenas y Huertas, 2013).

El informe PISA realizado en el año 2015 se centraba en el área de ciencias. La puntuación media de España en ciencias fue de 493 puntos, situándose solo 2 puntos por debajo de la media de los países de la Unión Europea, diferencia que no es significativa. En cuanto a las áreas científicas específicas evaluadas (física – biología – geología/astrología) España obtuvo los

peores resultados en el área de física, con respecto a la media obtenida por el resto de países europeos participantes.

La evolución histórica de España en el informe PISA, desde el año 2006, en el cual se realizó el primer informe centrado en el área de ciencias, hasta el último realizado en el año 2015, es descendente, la media española ha disminuido 5 puntos. Esto es debido a que hay una inclinación descendente relativa a las puntuaciones medias obtenidas por diversas comunidades autónomas, lo que provoca que la media española global también se vea afectada en este sentido, aunque hay comunidades autónomas que han mantenido constante su media, e incluso otras la han aumentado (PISA 2015).

3. Objetivos

El objetivo general planteado en este trabajo fin de máster es "analizar y establecer las posibles relaciones entre los conocimientos científicos básicos de Ciencias Experimentales, adquiridos a lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, y las emociones experimentadas bajo diferentes metodologías (clases teóricas y clases prácticas), en una muestra de alumnos del primer curso de diferentes grados correspondientes a la rama de ciencias de la Universidad de Extremadura."

Este objetivo general se va a alcanzar a través de los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar, a través de un cuestionario, el nivel de conocimientos científicos básicos de las Ciencias Experimentales adquiridos a lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en la muestra
2. Estudiar si hay diferencias, en el nivel de conocimientos científicos básicos de Ciencias Experimentales adquiridos a lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, entre los hombres y mujeres de la muestra
3. Determinar, a través de un cuestionario, el recuerdo que posee la muestra de las emociones experimentadas en las clases expositivas y en las clases prácticas de Ciencias Experimentales durante la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato
4. Comparar las emociones experimentadas por la muestra en las clases expositivas y en las clases prácticas
5. Estudiar las emociones experimentadas por los hombres y mujeres de la muestra en las clases expositivas y prácticas
6. Analizar la posible relación entre los conocimientos adquiridos y el recuerdo de las emociones de la muestra
7. Analizar la posible relación entre los conocimientos adquiridos y el recuerdo de las emociones de los hombres y mujeres de la muestra.

4. Metodología

4.1. Diseño de la investigación

En primer lugar, se plantean los objetivos descritos en el apartado 3 y se realiza la revisión bibliográfica para realizar el marco teórico y obtener la información necesaria para llevar a cabo la investigación.

Posteriormente, se elige la población objeto de la investigación (alumnado de 1º curso de varios grados de ciencias de la Universidad de Extremadura) y se selecciona la muestra.

A continuación, se diseña el cuestionario (anexo 1) con el que se analizan tanto los conocimientos previos relativos a varios conceptos científicos básicos de Ciencias Experimentales (Biología, Geología, Física y Química), adquiridos en la Educación Secundaria, como el recuerdo de las emociones experimentadas por los alumnos, a lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, mediante una enseñanza expositiva y una enseñanza práctica de las ciencias. Este cuestionario se aplica a la muestra seleccionada.

Finalmente se analizan y discuten los resultados, obteniéndose las principales conclusiones de la investigación.

4.2. Población y muestra

La población de objeto de la investigación desarrollada en este trabajo fin de máster es el alumnado que cursa primer curso de varios grados científicos de la Universidad de Extremadura.

La muestra empleada ha sido el alumnado que, durante el curso 2016/2017, cursaba primero de los grados en Ciencias Ambientales, Química, Enología, Biotecnología y Biología; un total de 92 alumnos. La muestra elegida es incidental o accidental, no aleatoria, pues se han elegido los elementos de la población a los que se tiene acceso. Por ello, los resultados no son exportables a la población. Los datos relativos al análisis descriptivo de la muestra (grado

que estudian y distribución según género) se encuentran recogidos en las figuras 2 y 3.

La muestra está formada por 51 mujeres y 41 hombres, de los cuales 12 alumnos estudian Ciencias ambientales, 14 estudian Química, 5 estudian Enología, 23 estudian Biotecnología, y el resto, 38, estudian Biología. Todos los componentes de la muestra han realizado el Bachillerato de Ciencias, a excepción de dos integrantes, que han realizado el Bachillerato de Letras. La media de edad de la muestra seleccionada es de 19 años.

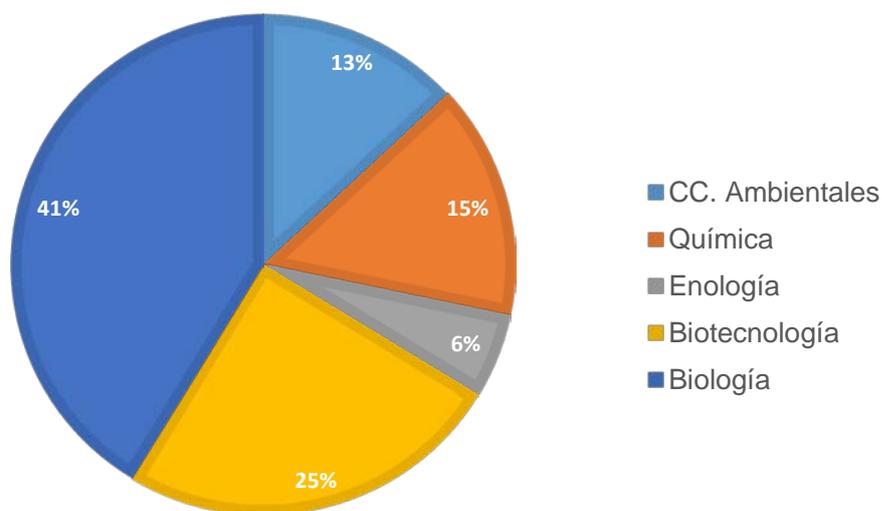


Figura 2. Porcentaje de alumnos de la muestra según el Grado que estudian.

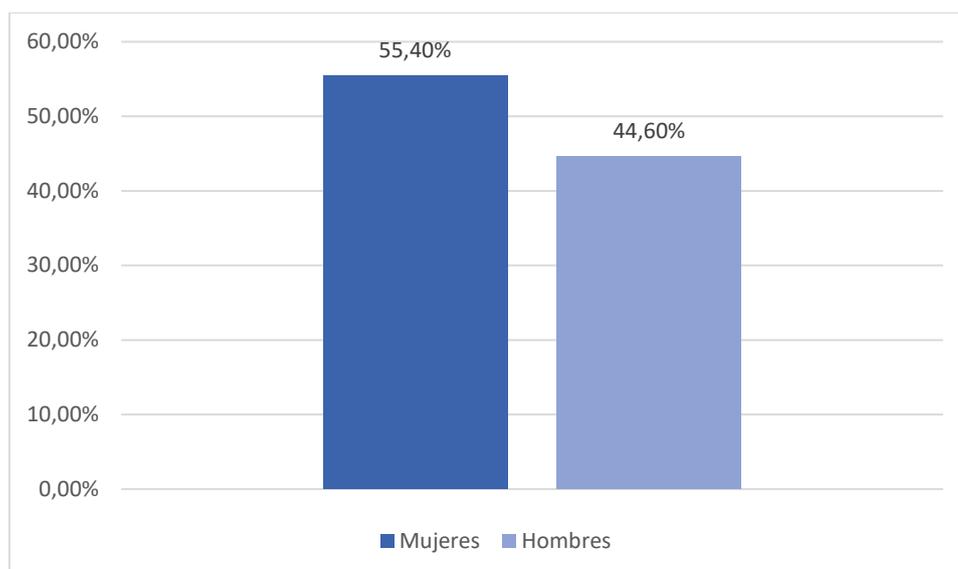


Figura 3. Porcentaje de alumnos de la muestra según el género.

4.3. Instrumento

El instrumento utilizado para esta investigación ha sido un cuestionario (anexo 1) que consta con 2 partes. Con la primera parte se determina el recuerdo de la intensidad con la que los alumnos de la muestra experimentaron emociones en las clases de ciencias de Educación Secundaria, mientras que con la segunda se determina su nivel de conocimiento científico básico previo.

En la primera parte del cuestionario (Parte 1) se analiza el recuerdo de las emociones sentidas por el alumnado durante la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, en las clases de ciencias Experimentales desarrolladas bajo dos metodologías distintas: un enfoque expositivo (clases magistrales) y un enfoque práctico. Para ello, se han elegido 8 emociones positivas y 8 negativas (Tabla 1) de todas las emociones que pueden experimentar los alumnos ante los procesos de enseñanza-aprendizaje, según lo establecido por Mellado *et al.* (2014).

Emociones Positivas	Emociones Negativas
Alegría	Miedo
Satisfacción	Nerviosismo
Diversión	Vergüenza
Orgullo	Frustración
Gratitud	Incertidumbre
Asombro	Asco
Entusiasmo	Preocupación
Confianza	Aburrimiento

Tabla 1. Emociones que se pueden experimentar en el proceso de enseñanza-aprendizaje

Estas emociones se valoran, siguiendo la metodología empleada por Marcos-Merino *et al.* (2016) y Ochoa de Alda *et al.* (2016), utilizando un cuestionario cuantitativo. En este cuestionario los alumnos deben indicar, utilizando una escala ordinal Likert, la intensidad con la que sintieron cada emoción (positiva o negativa y en cada contexto educativo), del 1 al 5, siendo 1 no haber sentido esa emoción nunca, y 5 haberla sentido muy intensamente.

En la segunda parte del cuestionario (Parte 2) se analizan los conocimientos científicos básicos, de diferentes ramas de las ciencias Experimentales (Biología, Geología, Física y Química), que posee la muestra cuando se encuentra cursando primer curso de grado. Estos conocimientos han impartidos y trabajados por los estudiantes en las asignaturas científicas cursadas a lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria. Para ello, se emplean preguntas del TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*), estudio realizado por la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo sobre Matemáticas y ciencias en el alumnado de 8º grado de los países participantes (2º de Educación Secundaria Obligatoria en el caso de España) (Foy *et al.*, 2013). Esta parte del test está compuesta de 16 preguntas extraídas de este estudio: 4 preguntas sobre cada área (Biología, Geología, Física y Química). Todas las preguntas elegidas son tipo test, cada una con 2 o 4 respuestas posibles, de las cuales solo una es correcta.

4.4 Plan de análisis de datos

Para analizar los datos obtenidos en los cuestionarios aplicados, el primer paso es comprobar si dichos datos siguen una distribución paramétrica o normal, utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Esta prueba calcula la probabilidad (p-valor) de que los datos sigan una distribución paramétrica. Se considera que los datos siguen una distribución normal cuando el p-valor es mayor a 0,05. En el caso de los datos obtenidos en el presente trabajo fin de máster, el p-valor es siempre menor a 0,05, lo cual indica que los datos no siguen una distribución normal. Debido a ello, las pruebas utilizadas para el análisis de los resultados son pruebas estadísticas no paramétricas:

- Test de Wilcoxon, para comparar si existen diferencias significativas entre las medianas. En esta prueba, si p-valor es menor a 0,05 se admite que existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores que se están comparando
- Correlación de Spearman, para estudiar las posibles correlaciones entre las variables. En este caso el p-valor informa si la correlación es por azar,

cuando p-valor es mayor a 0,05, o si por el contrario se debe a otra causa (p-valor menor a 0,05) y, por tanto, es significativa

Para realizar los análisis estadísticos se han utilizado los siguientes programas:

- KaleidaGraph 4.5
- SPSS Statistics 23.0
- Microsoft Office Excel 2016

5. Resultados

5.1. Análisis de las preguntas de contenidos sobre conocimiento científico básico

Los conocimientos científicos básicos relativos a las Ciencias Experimentales que poseen los alumnos de la muestra, evaluados a través de la implementación de la parte 2 del cuestionario (Anexo I), se presentan en la tabla 2.

Concepto evaluado con cada pregunta	Aciertos por pregunta (%)	Disciplina	Aciertos por disciplina (%)
1. Vacunas	97	Biología	95
2. Organismos productores	95		
3. Estructura celular	95		
4. Respiración de los anfibios	95		
5. Rocas volcánicas	89	Geología	81
6. Efecto Föhn	86		
7. Placas tectónicas	97		
8. Eclipse lunar	52		
9. Presión atmosférica	63	Física	83
10. Velocidad de las moléculas y temperatura	98		
11. Densidad	84		
12. Fuerza de gravedad	86		
13. Estructura de la materia	78	Química	90
14. Propiedades del agua	86		
15. Combustión	99		
16. Estructura molecular del agua	96		

Tabla 2. Resultados obtenidos por la muestra en las preguntas de conocimiento científico del cuestionario. En la primera columna, el concepto evaluado con cada pregunta. En la segunda y cuarta columna, el % de acierto de cada pregunta y de cada disciplina respectivamente. En la tercera columna se muestra la agrupación por disciplina de las preguntas del cuestionario.

Los resultados indican que una media del 95% de los alumnos ha respondido correctamente a las 4 preguntas sobre contenidos de Biología. A las preguntas 2, 3 y 4 han respondido bien un 95% y la pregunta 1 ha sido contestada correctamente por el 97% de la muestra. Esta pregunta evalúa el

conocimiento de las vacunas como elemento que proporciona al cuerpo humano inmunidad contra algunas enfermedades por un largo periodo de tiempo, y las primeras valoran el conocimiento sobre los organismos productores, la estructura celular y la respiración de los anfibios.

Con respecto a los conocimientos de Geología que presenta la muestra, una media del 81% de los alumnos ha respondido correctamente a las cuestiones planteadas sobre esta disciplina. El 97% ha respondido correctamente a la pregunta 7, referente a la identificación de las placas tectónicas como zonas donde es más probable encontrar volcanes activos. La pregunta 8, que hace referencia a las posiciones del Sol, la Luna y la Tierra durante un eclipse de Luna, ha sido la que menor porcentaje de acierto ha tenido en todo el cuestionario, un 52% de acierto. Las preguntas 5 y 6, contestadas correctamente por un 89% y 86%, evalúan las rocas volcánicas y el efecto Föhn.

En lo referente a los conocimientos sobre Física, una media del 83% de la muestra ha respondido correctamente a las preguntas planteadas. El porcentaje de acierto más alto, 98%, lo presenta la pregunta 10, en la que se evalúa el conocimiento sobre la influencia de la temperatura en la velocidad de las moléculas de un gas. Y el más bajo, un 63%, la pregunta 9, relativa al concepto de presión atmosférica. Las preguntas 11 y 12 contestadas correctamente por un 84% y 86%, evalúan el conocimiento sobre los conceptos de densidad y fuerza de la gravedad.

En relación a los conocimientos sobre la disciplina de Química, una media del 90% de la muestra ha respondido correctamente a las preguntas planteadas. En la pregunta 15, relativa al papel del oxígeno en el proceso de combustión, se obtiene el porcentaje más alto de acierto (99%) de todo el cuestionario. En la pregunta 13, que evalúa el conocimiento sobre la estructura de la materia y los átomos, se obtiene el menor porcentaje de acierto de esta disciplina (78%). Las preguntas 14 y 16, contestadas correctamente por un 86% y 96%, evalúan el conocimiento sobre las propiedades del agua y la estructura molecular del agua.

Los alumnos muestreados han presentado un nivel más alto de conocimientos en la disciplina de Biología (95%), seguida de Química y después

Física. Y la disciplina sobre la que los alumnos poseen un menor nivel de conocimientos es la Geología (81% de aciertos).

5.1.1. Análisis de las preguntas de contenido según el género

Los resultados obtenidos al analizar los conocimientos científicos básicos relativos a las Ciencias Experimentales que poseen los alumnos de la muestra, haciendo una comparación por género, muestran que no hay diferencias significativas ($p\text{-valor} > 0,05$ con el test de Wilcoxon, para datos no pareados) entre géneros, en las preguntas de contenido básico. A excepción de la pregunta 8 (concepto: eclipse lunar), a la cual han respondido correctamente el 66% de los hombres y el 41% de las mujeres ($p\text{-valor} = 0,019$, con el test de Wilcoxon) y la pregunta 11 (concepto: densidad), la cual han acertado el 93% de los hombres y el 76% de las mujeres ($p\text{-valor} = 0,038$, con el test de Wilcoxon), siendo estas diferencias estadísticamente significativas.

5.2. Análisis del recuerdo de las emociones en clases expositivas y prácticas

Los resultados de la valoración de la intensidad de las emociones experimentadas por la muestra en las clases de Ciencias Experimentales durante la Educación Secundaria (parte 1 del cuestionario, anexo I) indican que, respecto a las emociones positivas (Figura 4), los alumnos que componen la muestra recuerdan haber experimentado con mayor intensidad alegría, satisfacción, diversión, asombro y entusiasmo (mediana de 4 en todos los casos) en las clases prácticas que en las clases expositivas (mediana de 3 en el caso de la alegría, satisfacción, diversión y asombro, y de 3,5 para el entusiasmo). Estas diferencias son significativas, ya que el $p\text{-valor}$ es menor que 0,05 con el test de Wilcoxon (0,0001 en todos los casos. En el resto de las emociones positivas (orgullo, gratitud y confianza) no se aprecian diferencias significativas ($p\text{-valor} > 0,05$) con el test de Wilcoxon.

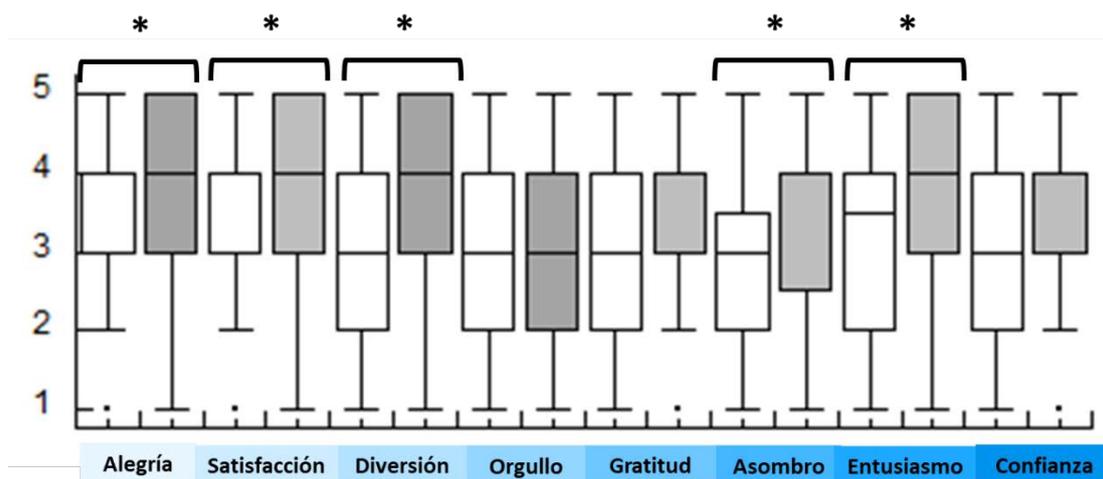


Figura 4. Distribución de la intensidad de las emociones positivas en las clases expositivas (cajas blancas) y en las clases prácticas (cajas grises) experimentadas por la muestra, durante la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en las clases de Ciencias Experimentales. La recta horizontal dentro de cada caja representa la mediana. Los límites inferiores y superiores de cada caja corresponden a los percentiles 25 y 75, respectivamente, mientras que la terminación inferior y superior de las líneas verticales se aproximan a los percentiles 5 y 95, respectivamente. Las líneas horizontales sobre las cajas que unen grupos significativamente diferentes (Test de Wilcoxon, * p -valor $<0,05$).

Respecto a las emociones negativas (Figura 5), los alumnos que componen la muestra recuerdan haber sentido, con las clases prácticas, menos asco (mediana de 1), preocupación (mediana de 2,5), aburrimiento (mediana de 2) y nerviosismo (mediana de 3) que con las clases expositivas (mediana de 1 para el asco y de 3 para la preocupación, aburrimiento y nerviosismo). Todas estas diferencias son significativas, ya que el p -valor es menor que 0,05 con el test de Wilcoxon (asco con p -valor=0,01; preocupación con p -valor=0,0002; aburrimiento con p -valor=0,0001 y nerviosismo con p -valor=0,02). En el resto de las emociones negativas (miedo, vergüenza, frustración e incertidumbre) no se aprecian diferencias significativas (p -valor $>0,05$) con el test de Wilcoxon.

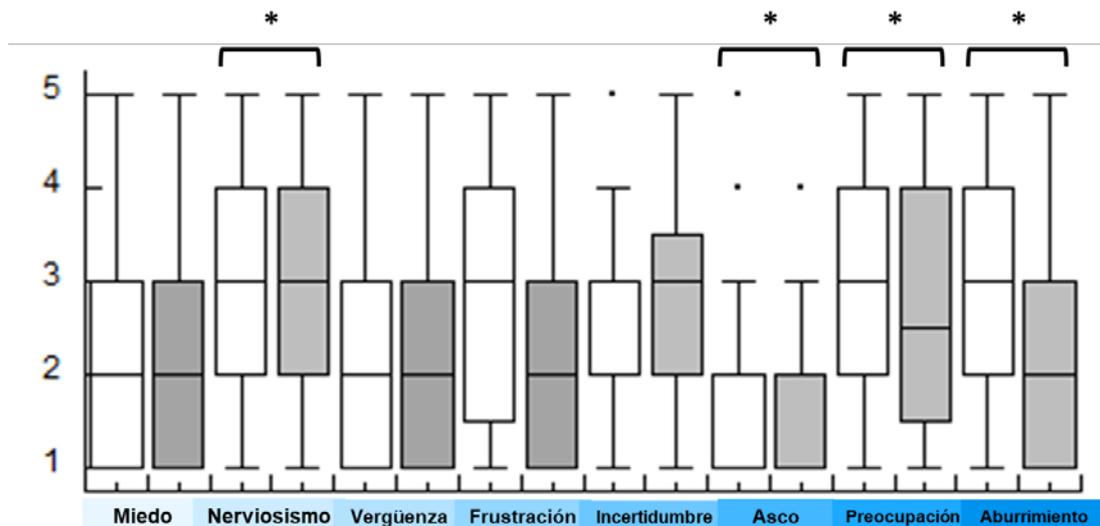


Figura 5. Distribución de la intensidad de las emociones negativas en las clases expositivas (cajas blancas) y en las clases prácticas (cajas grises) experimentadas por la muestra, de manera habitual, a lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en las clases de Ciencias Experimentales. La recta horizontal dentro de cada caja representa la mediana. Los límites inferiores y superiores de cada caja corresponden a los percentiles 25 y 75, respectivamente, mientras que la terminación inferior y superior de las líneas verticales se aproximan a los percentiles 5 y 95, respectivamente. Sobre las cajas se muestran unas líneas horizontales que unen grupos significativamente diferentes (Test de Wilcoxon, *p-valor<0,05).

5.2.1. Análisis del recuerdo de las emociones en clases expositivas y prácticas según el género

Los resultados de la valoración de la intensidad de las emociones experimentadas por la muestra en las clases de Ciencias Experimentales, haciendo distinción según el género de la muestra, indican que, respecto a las emociones positivas en las clases expositivas (Figura 6), las mujeres recuerdan haber experimentado con mayor intensidad que los hombres, satisfacción (mediana de 4 para las mujeres y de 3 para los hombres) y gratitud (mediana de 3 en ambos casos). Estas diferencias son significativas, ya que el p-valor es menor que 0,05 con el test de Wilcoxon (satisfacción con p-valor=0,038 y gratitud con p-valor=0,029). En el resto de las emociones positivas en las clases expositivas (alegría, diversión, orgullo, asombro, entusiasmo y confianza) no se aprecian diferencias significativas (p-valor>0,05, con el test de Wilcoxon) entre hombres y mujeres.

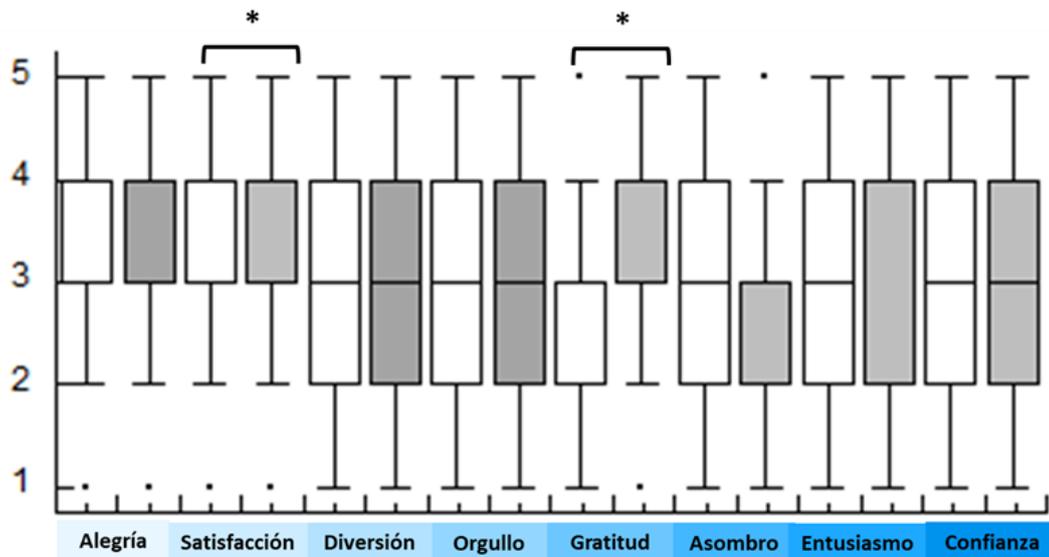


Figura 6. Distribución de la intensidad de las emociones positivas en las clases expositivas experimentadas por los hombres (cajas blancas) y las mujeres (cajas grises), durante la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en las clases de Ciencias Experimentales. La recta horizontal dentro de cada caja representa la mediana. Los límites inferiores y superiores de cada caja corresponden a los percentiles 25 y 75, respectivamente, mientras que la terminación inferior y superior de las líneas verticales se aproximan a los percentiles 5 y 95, respectivamente. Las líneas horizontales sobre las cajas que unen grupos significativamente diferentes (Test de Wilcoxon, *p-valor<0,05).

Respecto a las emociones positivas en las clases prácticas (Figura 7), no se aprecian diferencias significativas (p-valor>0,05), entre géneros, con el test de Wilcoxon.

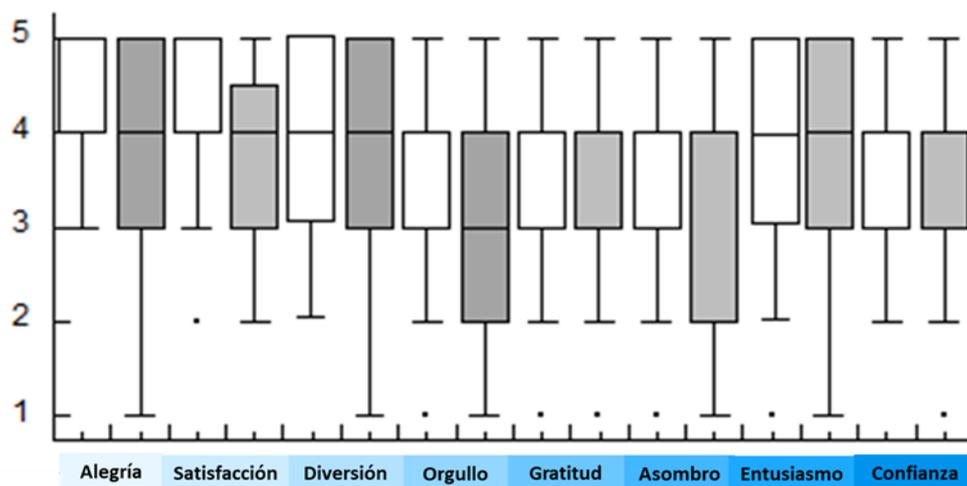


Figura 7. Distribución de la intensidad de las emociones positivas en las clases prácticas experimentadas por los hombres (cajas blancas) y las mujeres (cajas grises), durante la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en las clases de Ciencias Experimentales. La recta horizontal dentro de cada caja representa la mediana. Los límites inferiores y superiores de cada caja corresponden a los percentiles 25 y 75, respectivamente, mientras que la terminación inferior y superior de las líneas verticales se aproximan a los percentiles 5 y 95, respectivamente.

En relación a las emociones negativas en las clases expositivas (Figura 8), las mujeres recuerdan haber experimentado con mayor intensidad que los hombres, miedo (mediana de 1 para los hombres y de 2 para las mujeres) y nerviosismo (mediana de 3 para los hombres y de 4 para las mujeres). Estas diferencias son significativas, ya que el p-valor es menor que 0,05 con el test de Wilcoxon (miedo con p-valor=0,004 y nerviosismo con p-valor=0,014). En el resto de las emociones negativas en las clases expositivas (vergüenza, frustración, incertidumbre, asco, preocupación y aburrimiento) no se aprecian diferencias significativas (p-valor>0,05, con el test de Wilcoxon.) entre hombres y mujeres.

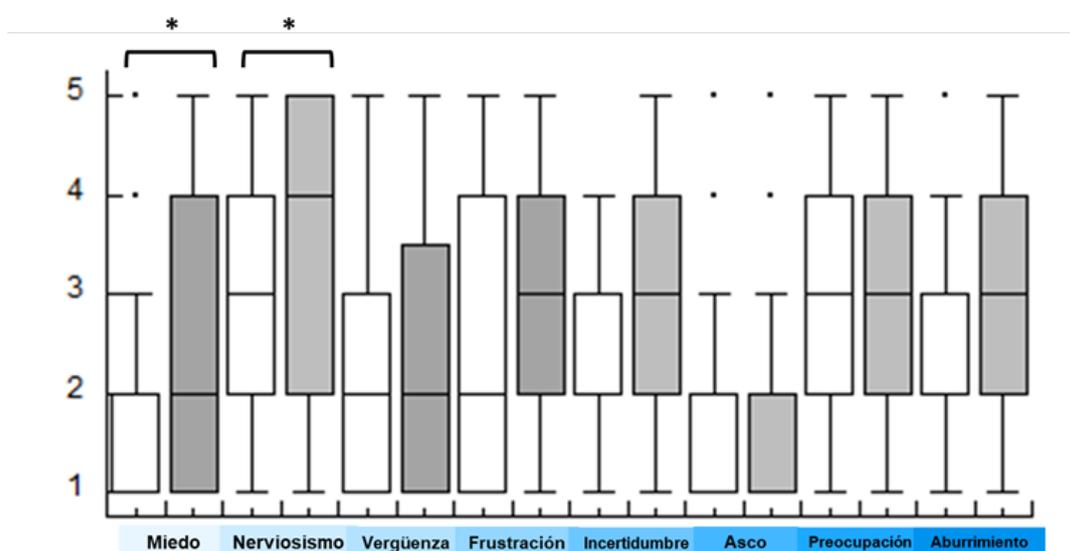


Figura 8. Distribución de la intensidad de las emociones negativas en las clases expositivas experimentadas por los hombres (cajas blancas) y las mujeres (cajas grises), durante la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en las clases de Ciencias Experimentales.

La recta horizontal dentro de cada caja representa la mediana. Los límites inferiores y superiores de cada caja corresponden a los percentiles 25 y 75, respectivamente, mientras que la terminación inferior y superior de las líneas verticales se aproximan a los percentiles 5 y 95, respectivamente. Las líneas horizontales sobre las cajas que unen grupos significativamente diferentes (Test de Wilcoxon, *p-valor<0,05).

Respecto a las emociones negativas en las clases prácticas (Figura 9), no se aprecian diferencias significativas (p-valor>0,05), entre géneros, con el test de Wilcoxon.

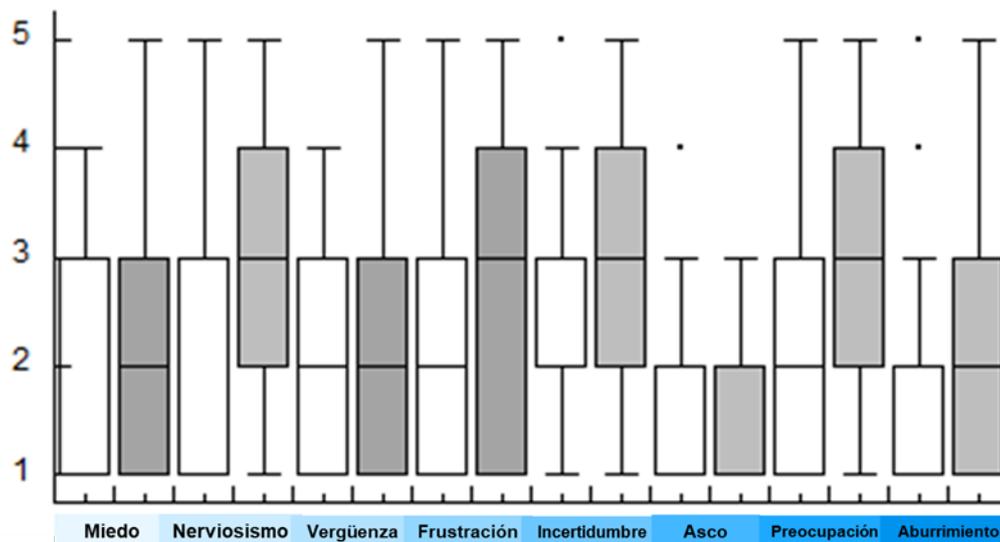


Figura 9. Distribución de la intensidad de las emociones positivas en las clases prácticas experimentadas por los hombres (cajas blancas) y las mujeres (cajas grises), durante la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en las clases de Ciencias Experimentales. La recta horizontal dentro de cada caja representa la mediana. Los límites inferiores y superiores de cada caja corresponden a los percentiles 25 y 75, respectivamente, mientras que la terminación inferior y superior de las líneas verticales se aproximan a los percentiles 5 y 95, respectivamente.

5.3. Análisis de las relaciones entre el recuerdo de las emociones y el conocimiento previo de ciencias

Para estudiar las posibles relaciones entre el recuerdo de las emociones experimentadas por los alumnos y el nivel previo de conocimiento científico básico de los mismos, se analizan las correlaciones entre las emociones (determinadas con la parte 1 del cuestionario) y la nota obtenida por los alumnos en las preguntas sobre conceptos de Ciencias Experimentales (determinadas con la parte 2 del mismo). Para ello se utiliza la correlación de Spearman, pues los datos no siguen una distribución normal. En la tabla 3 se recogen los coeficientes de correlación entre las emociones y la nota, y el p-valor obtenido al realizar la correlación de Spearman (las diferencias son estadísticamente significativas si $p\text{-valor} < 0,05$). En las figuras 10 y 11 se representan las rectas de regresión lineal de los datos de la intensidad de cada emoción y contexto con respecto a la nota obtenida en las preguntas de contenidos básicos de Ciencias Experimentales.

Emoción	Contexto	Coefficiente de correlación entre la nota obtenida en las preguntas de contenidos y las emociones en cada contexto académico (%)	p-valor
Alegría	Expositiva	10,8	0,306
	Práctica	13,4	0,204
Satisfacción	Expositiva	-5	0,633
	Práctica	3,6	0,733
Diversión	Expositiva	4	0,704
	Práctica	13,9	0,186
Orgullo	Expositiva	-3,4	0,747
	Práctica	-4,4	0,679
Gratitud	Expositiva	-6,8	0,518
	Práctica	-1,7	0,871
Asombro	Expositiva	10,2	0,335
	Práctica	-3,6	0,736
Entusiasmo	Expositiva	3,9	0,714
	Práctica	3,7	0,728
Confianza	Expositiva	5,2	0,620
	Práctica	10,3	0,330
Miedo	Expositiva	-15,1	0,152
	Práctica	-25,1	0,016
Nerviosismo	Expositiva	-2,9	0,781
	Práctica	-29,5	0,004
Vergüenza	Expositiva	6,1	0,564
	Práctica	-21,1	0,043
Frustración	Expositiva	-12,8	0,223
	Práctica	-4,3	0,681
Incertidumbre	Expositiva	2,6	0,803
	Práctica	-9,3	0,379
Asco	Expositiva	-28,8	0,005
	Práctica	-14,5	0,169
Preocupación	Expositiva	-4,8	0,652
	Práctica	-22,7	0,030
Aburrimiento	Expositiva	6,1	0,563
	Práctica	-9,7	0,359

Tabla 3. Correlaciones entre la nota obtenida en las preguntas sobre Ciencias Experimentales y 16 emociones (8 positivas y 8 negativas) en las clases expositivas y prácticas. Se resaltan en negrita las correlaciones estadísticamente significativas (p -valor $<0,05$ con la correlación de Spearman)

Como se puede observar en la figura 10 y la tabla 3, existe una correlación positiva entre haber sentido alegría, diversión, entusiasmo y confianza durante las clases expositivas y las clases prácticas y la nota obtenida en la parte 2 del cuestionario en las preguntas sobre conceptos de Ciencias Experimentales. Además, existe una correlación negativa entre recordar haber sentido orgullo y gratitud durante las clases expositivas y las clases prácticas y la nota obtenida. Con respecto a la satisfacción, se puede observar que existe una correlación negativa entre recordar haber experimentado esta emoción en las clases

expositivas y la nota obtenida, mientras que existe una correlación positiva entre haber experimentado dicha emoción durante las clases prácticas y la nota obtenida. En el caso del asombro ocurre lo contrario a la satisfacción (correlación positiva en clases expositivas y negativa en las prácticas). Ninguna de estas correlaciones es estadísticamente significativa, ya que se obtiene un p-valor mayor que 0,05 con la correlación de Spearman (significativo si $p\text{-valor} < 0,05$).

Emociones Positivas

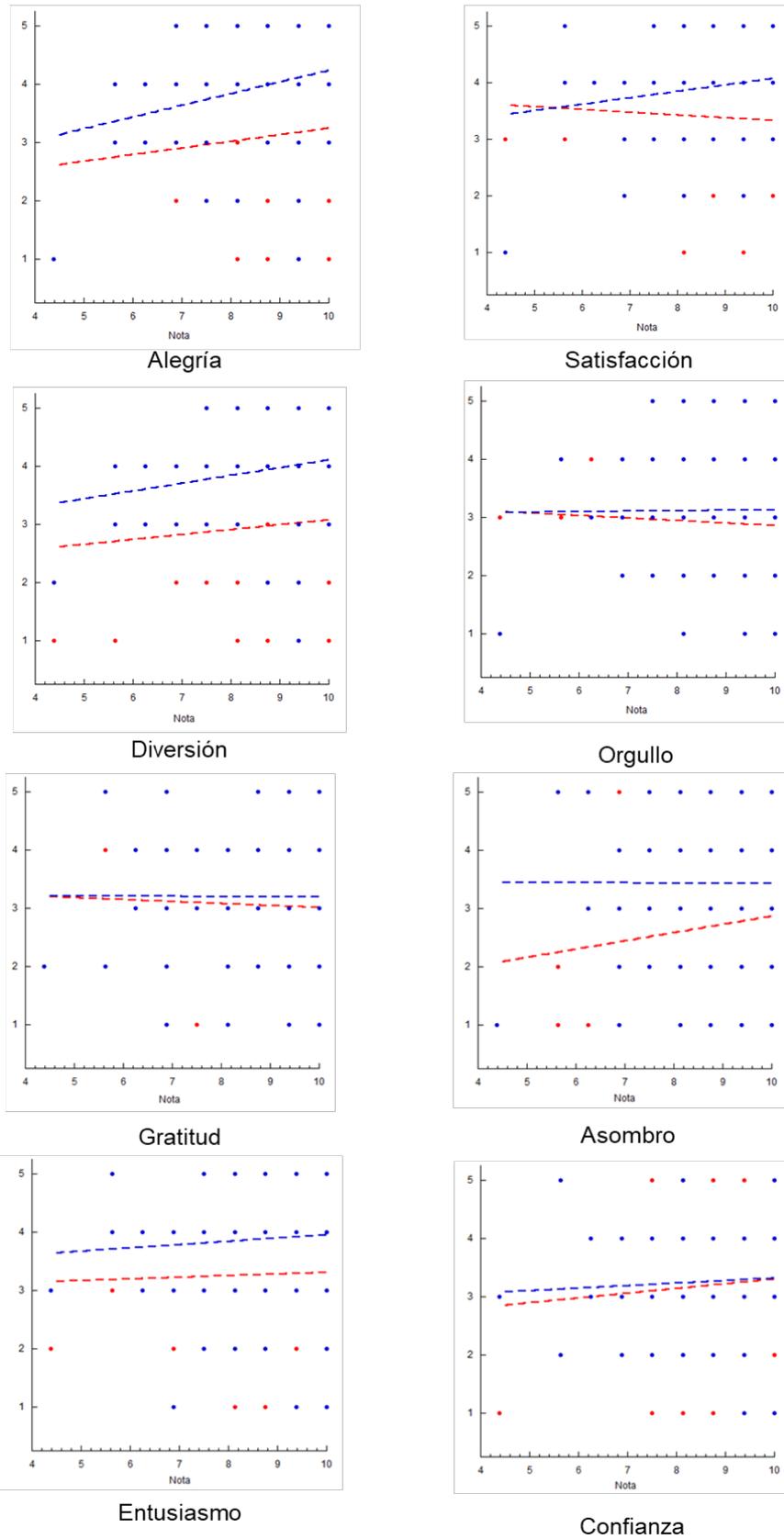


Figura 10. Regresión lineal entre la nota obtenida en las preguntas sobre conceptos de Ciencias Experimentales y el recuerdo de las emociones positivas experimentadas por la muestra en clases expositivas (rojo) y clases prácticas (azul)

Respecto a las emociones negativas (Figura 11 y Tabla 3), se observa una correlación positiva entre recordar haber sentido vergüenza, incertidumbre y aburrimiento durante las clases expositivas y la nota obtenida en las preguntas sobre conceptos de Ciencias Experimentales. Además, existe una correlación negativa entre recordar haber sentido miedo, nerviosismo, frustración y preocupación en las clases expositivas; y frustración, incertidumbre, asco y aburrimiento en las clases prácticas y la nota obtenida. Estas correlaciones no son estadísticamente significativas, ya que se obtiene un p-valor mayor que 0,05 con la correlación de Spearman.

Asimismo, se observa una correlación negativa entre recordar haber experimentado asco en las clases expositivas y miedo, nerviosismo, vergüenza y preocupación en las clases prácticas y la nota obtenida en las preguntas sobre conceptos de Ciencias Experimentales. Estas correlaciones son del -25,1% para el caso del miedo (p-valor=0,016 con la correlación de Spearman), del -29,5% para el nerviosismo (p-valor=0,004 con la correlación de Spearman), del -21,1% para la vergüenza (p-valor=0,043 con la correlación de Spearman), del -28,8% para el asco (p-valor=0,005 con la correlación de Spearman) y del -22,7% en el caso de la preocupación (p-valor=0,030 con la correlación de Spearman). Dichas correlaciones son estadísticamente significativas ya que se obtiene un p-valor < 0,05 con la correlación de Spearman. Estos resultados indican que los alumnos que han obtenido una mejor calificación en las preguntas de contenidos, y que por lo tanto tienen un mayor nivel de conocimientos de Ciencias Experimentales, son aquellos que, de manera estadísticamente significativa, han experimentado menos asco en clases expositivas, y menos miedo, nerviosismo, vergüenza y preocupación en clases prácticas.

Emociones Negativas

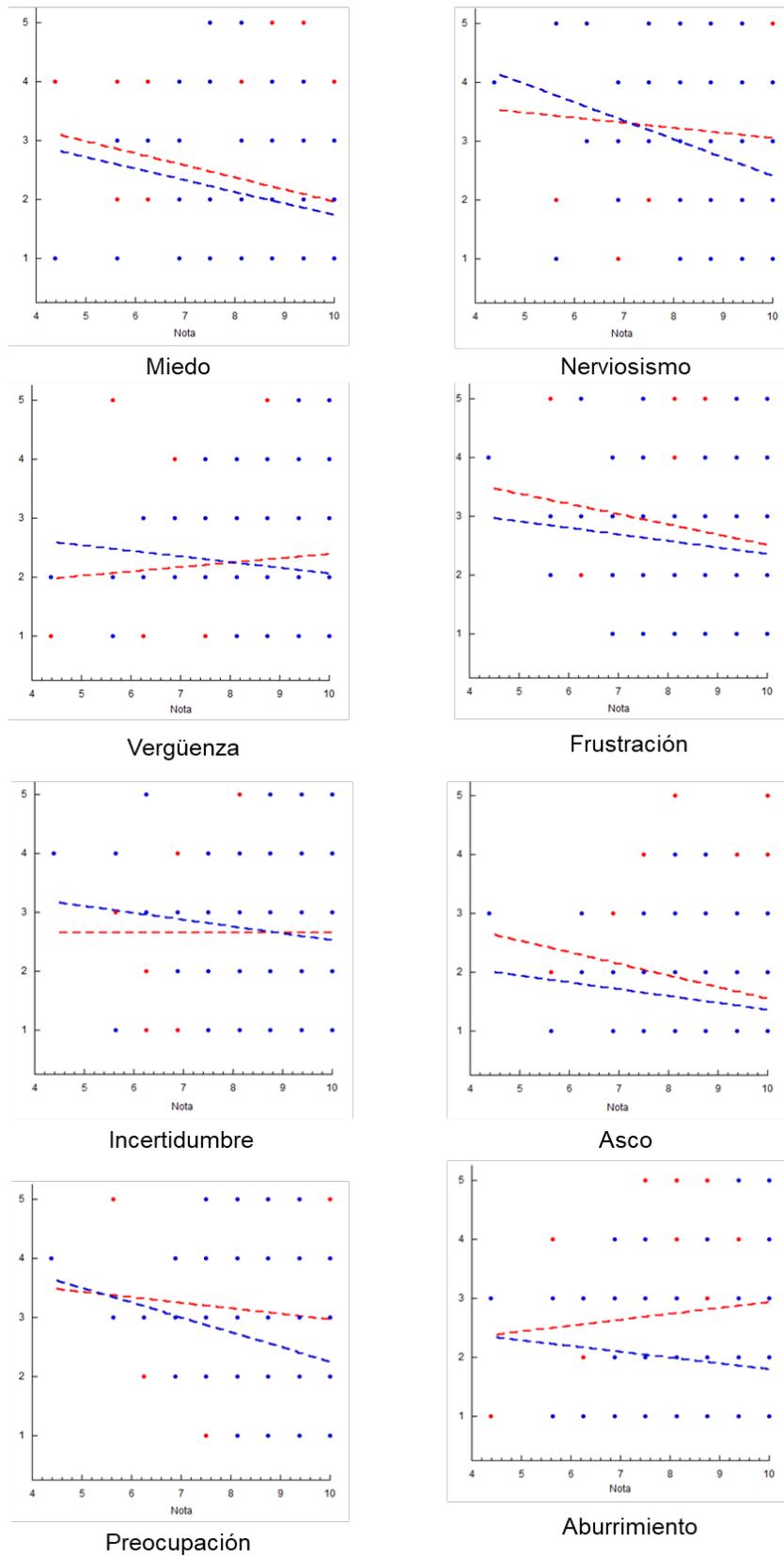


Figura 11. Regresión lineal entre la nota obtenida en las preguntas sobre conceptos de Ciencias Experimentales y el recuerdo de las emociones negativas experimentadas por la muestra en clases expositivas (rojo) y clases prácticas (azul)

4.3.1. Análisis, según el género, de las relaciones entre el recuerdo de las emociones y el conocimiento en ciencias experimentales

Se estudian, según el género, las posibles relaciones entre el recuerdo de las emociones experimentadas por la muestra y el nivel de conocimiento científico básico de lo misma. En las figuras 12, 13, 14 y 15 se representan las rectas de regresión lineal de los datos de la intensidad de cada emoción y contexto, haciendo distinción de género, con respecto a la nota obtenida en las preguntas de contenidos de Ciencias Experimentales.

Al realizar las correlaciones entre las emociones experimentadas y los conocimientos científicos básicos en Ciencias Experimentales, se observa una correlación negativa entre el recuerdo de los hombres de haber experimentado nerviosismo y vergüenza en las clases prácticas y la nota obtenida en las preguntas de conocimientos. También se observa una correlación negativa entre el recuerdo de las mujeres de haber experimentado asco en las clases expositivas y la nota obtenida en las preguntas sobre conceptos de Ciencias Experimentales. Estas correlaciones son del -44% para el nerviosismo (p-valor=0,004 con la correlación de Spearman), del -32% para la vergüenza (p-valor=0,041 con la correlación de Spearman) y del -35,3% para el asco (p-valor=0,011 con la correlación de Spearman). Dichas correlaciones son estadísticamente significativas ya que se obtienen un p-valor<0,05 con la correlación de Spearman.

Emociones positivas

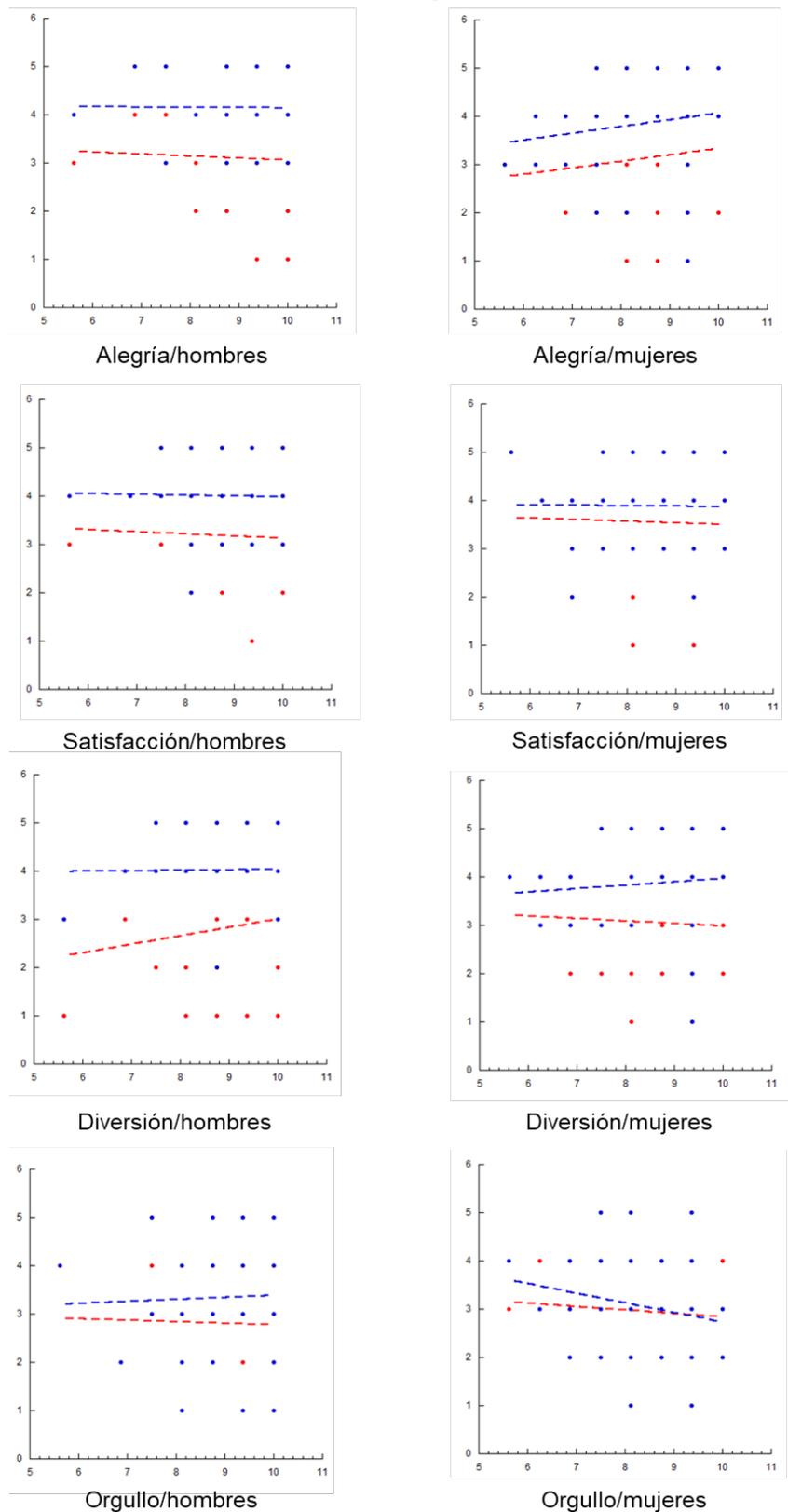


Figura 12. Regresión lineal entre la nota obtenida en las preguntas sobre conceptos de Ciencias Experimentales y el recuerdo de las emociones positivas experimentadas por la muestra en clases expositivas (rojo) y clases prácticas (azul). En la columna de la izquierda se muestran las correlaciones masculinas y en la columna de la derecha las correlaciones femeninas.

Emociones positivas

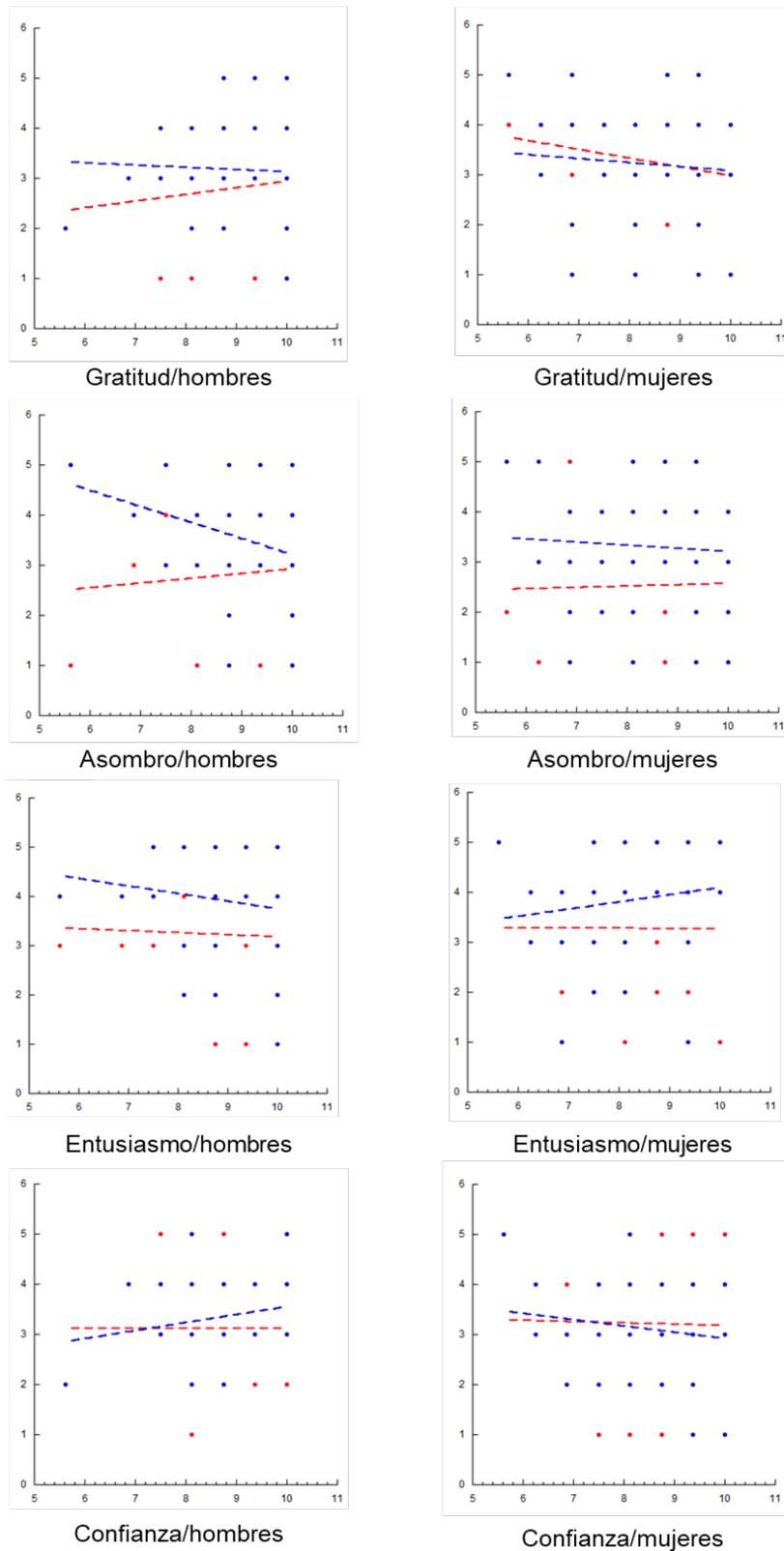


Figura 13. Regresión lineal entre la nota obtenida en las preguntas sobre conceptos de Ciencias Experimentales y el recuerdo de las emociones positivas experimentadas por la muestra en clases expositivas (rojo) y clases prácticas (azul). En la columna de la izquierda se muestran las correlaciones masculinas y en la columna de la derecha las correlaciones femeninas.

Emociones negativas

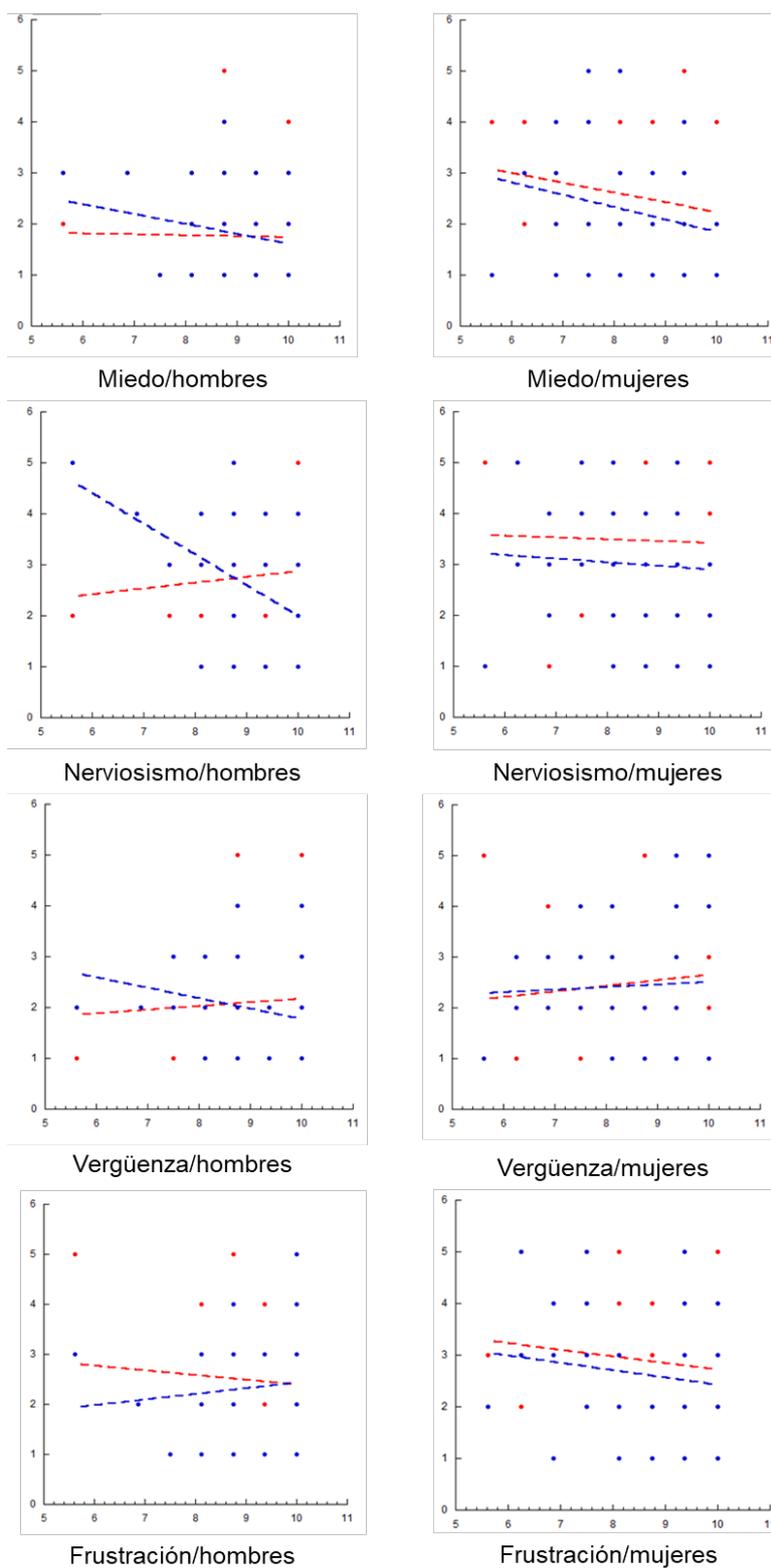


Figura 14. Regresión lineal entre la nota obtenida en las preguntas sobre conceptos de Ciencias Experimentales y el recuerdo de las emociones negativas experimentadas por la muestra en clases expositivas (rojo) y clases prácticas (azul). En la columna de la izquierda se muestran las correlaciones masculinas y en la columna de la derecha las correlaciones femeninas.

Emociones negativas

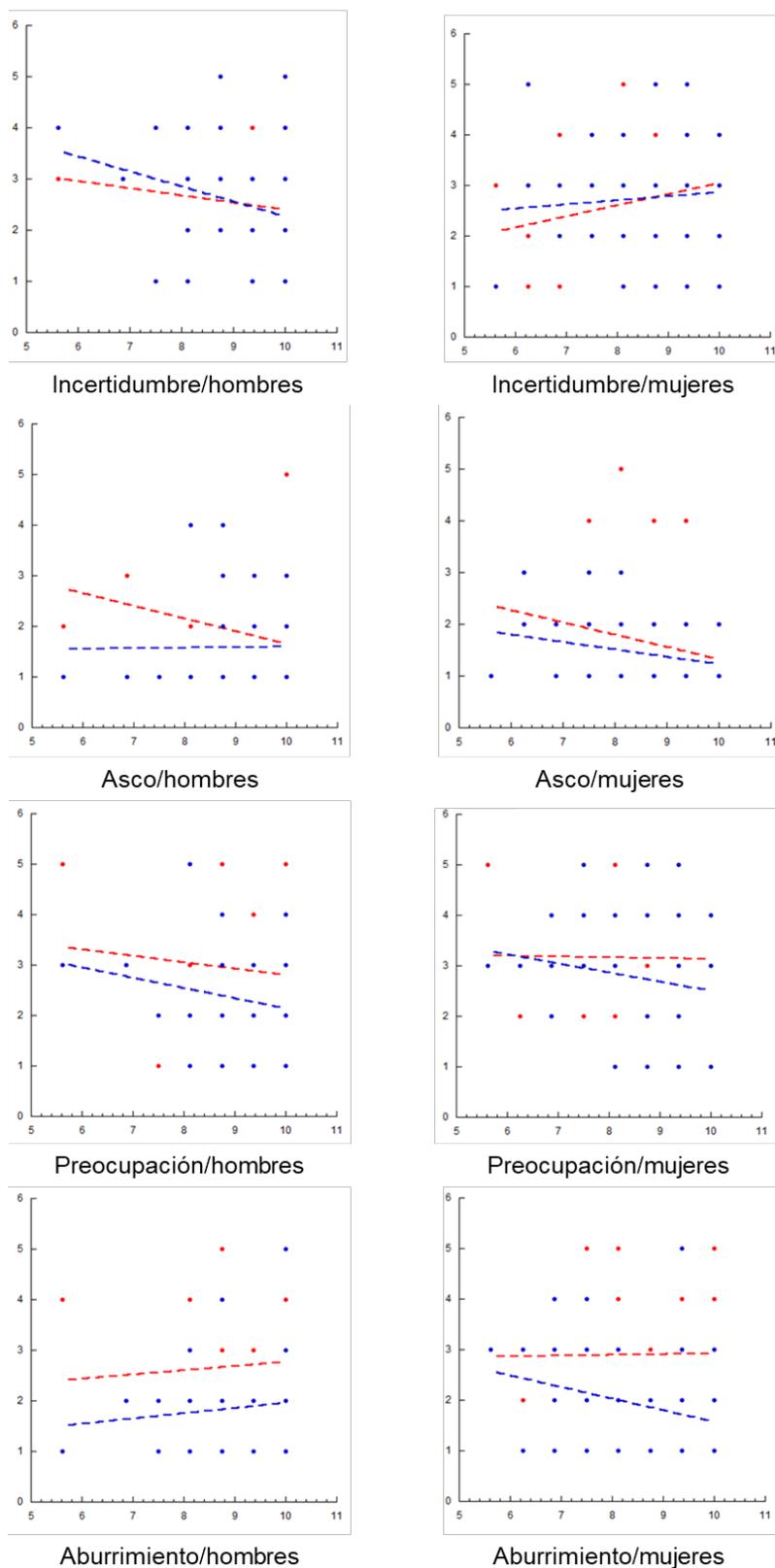


Figura 15. Regresión lineal entre la nota obtenida en las preguntas sobre conceptos de Ciencias Experimentales y el recuerdo de las emociones negativas experimentadas por la muestra en clases expositivas (rojo) y clases prácticas (azul). En la columna de la izquierda se muestran las correlaciones masculinas y en la columna de la derecha las correlaciones femeninas.

6. Discusión de datos

El análisis de los resultados de la valoración de los conocimientos científicos básicos sobre Ciencias Experimentales, que los alumnos de la muestra presentan en el primer curso de grados de ciencias de la Universidad de Extremadura, revela que la disciplina en la que tienen un mayor nivel de conocimientos es la Biología (95% de aciertos), mientras que la Geología (81% de aciertos) es aquella en la que presentan un menor nivel de conocimientos. Estos resultados contrastan con los obtenidos por el alumnado de Educación Secundaria en las últimas evaluaciones internacionales (informes TIMSS y PISA del año 2015), en los cuales los peores resultados se obtenían en las preguntas relativas al área de Física. El menor nivel de conocimientos sobre Geología, con respecto a Biología, Física y Química, puede estar relacionado con la menor dedicación temporal que se le otorga a esta área de conocimiento, en contraste con el resto de las Ciencias Experimentales, durante la Educación Secundaria. Calonge *et al.* (2012) realizaron un análisis curricular con el que demostraron que los contenidos sobre Geología constituyen sólo una pequeña parte del currículo europeo de ciencias, con un peso menor que los contenidos sobre Biología, Física y Química. Otro factor que puede influir es la falta de preparación del profesorado de Educación Secundaria en la disciplina de Geología, como afirman estos mismos autores, en esta etapa educativa los profesores son especialistas solo en una materia determinada (Biología, Física, Química o Geología) pero suelen impartir docencia en diferentes asignaturas no relacionadas con su formación. Esto es especialmente llamativo en España, donde se detecta una escasez de profesores con una formación universitaria en Geología, por lo que esta asignatura o los contenidos de Geología en las asignaturas de Ciencias Naturales los suelen impartir especialistas en Biología.

Respecto al análisis de las preguntas del cuestionario, es la pregunta referente a los eclipses, aquella en la que los alumnos que componen la muestra han obtenido un menor porcentaje de aciertos (un 52%), aunque ha sido contestada correctamente por casi la mitad de la muestra. Esto concuerda con lo recogido por diversos estudios previos (Camino, 1995; Cardenete, 2010) que han demostrado que los eclipses son un contenido que suele estar asociado a numerosas ideas alternativas, que persisten en la población adulta.

En cuanto al recuerdo de las emociones que la muestra ha experimentado a lo largo de la Educación Secundaria con las clases expositivas y las clases prácticas de Ciencias Experimentales (Biología, Geología, Física y Química), los resultados indican que los alumnos recuerdan haber experimentado, de manera estadísticamente significativa, más emociones positivas (alegría, satisfacción, diversión, asombro y entusiasmo) y menos emociones negativas (asco, preocupación, aburrimiento y nerviosismo) en las clases prácticas que en las clases expositivas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Marcos-Merino *et al.* (2016) y por Ochoa de Alda *et al.* (2016), quienes utilizando un cuestionario similar, para medir el recuerdo de ocho emociones en una muestra de alumnos universitarios (maestros en formación, estudiantes del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Extremadura), obtuvieron resultados similares. En concreto, en el estudio de Ochoa de Alda *et al.* (2016) se obtienen las mismas diferencias significativas en relación a la alegría, satisfacción, entusiasmo y diversión respecto a las emociones positivas (no hay datos referentes al asombro, ya que esta emoción no fue medida en el estudio). Dentro de las emociones negativas, estos autores obtienen las mismas diferencias significativas en la preocupación, el aburrimiento y el nerviosismo (no hay datos referentes al asco, ya que esta emoción no fue medida el estudio). Sin embargo, a diferencia de los resultados obtenidos en el presente trabajo fin de máster, Ochoa de Alda *et al.* (2016) detectaron diferencias estadísticamente significativas respecto a la frustración, dentro de las emociones negativas, y la confianza, dentro de las positivas. El hecho de que los alumnos de la muestra hayan sentido más emociones positivas y menos negativas en clases prácticas que en clases expositivas pueden deberse a que, como afirman Albaladejo y Caamaño (1992) y Hofstein y Lunetta (2004), los trabajos prácticos motivan más a los estudiantes que las clases magistrales tradicionales.

El análisis de las correlaciones existentes entre el nivel de conocimiento científico básico de los alumnos en Ciencias Experimentales y las emociones que éstos afirman haber sentido con las clases expositivas y prácticas de ciencias durante la Educación Secundaria, reveló correlaciones negativas estadísticamente significativas entre haber experimentado asco en las clases expositivas y miedo, nerviosismo, vergüenza y preocupación en las clases

prácticas y su nivel de conocimientos previos. Lo cual indica que, los alumnos de la muestra con mayor nivel de conocimientos básicos relativos a ciencias Experimentales son los que han experimentado menos asco en las clases magistrales y menos miedo, nerviosismo, vergüenza y preocupación con las prácticas de Ciencias. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Ochoa de Alda *et al.* (2016), quienes también detectaron correlaciones negativas estadísticamente significativas entre las emociones negativas experimentadas en prácticas de Ciencias, por una muestra de maestros en formación a lo largo de su vida académica, y el nivel de conocimientos previos de éstos. Sin embargo, estos autores observaron además una correlación positiva estadísticamente significativa entre las emociones positivas experimentadas en las prácticas y el nivel de conocimientos previos, correlación no detectada en el presente Trabajo de Fin de Máster. Respeto a las clases expositivas, Ochoa de Alda *et al.* (2016) detectaron correlaciones negativas estadísticamente significativas entre dos emociones negativas (nerviosismo y preocupación) experimentadas en clases expositivas y el nivel de conocimientos previos de su muestra, correlaciones no observadas en la esta investigación. Esta falta de concordancia en los resultados de ambos estudios podría ser debida a la diferencia en el tamaño de muestra utilizado en las dos investigaciones. Sin embargo, en el presente trabajo se ha detectado una correlación negativa estadísticamente significativa entre haber experimentado asco (emoción no medida en el trabajo de estos autores) en las clases expositivas y el nivel de conocimientos básicos de Ciencias Experimentales.

Las relaciones detectadas entre las emociones negativas experimentadas por los alumnos y el nivel de conocimientos previos de ciencias de éstos concuerdan con lo afirmado por Vázquez y Manassero (2007) y por Dunsmoor *et al.* (2015), que han detectado que las emociones negativas empeoran el rendimiento escolar y frenan el aprendizaje. Resultados que apoyan una asociación duradera entre los resultados de aprendizaje y las emociones negativas experimentadas por los estudiantes en diferentes contextos académicos, fundamentalmente en las prácticas. En base a ellos, se podría abrir una reflexión sobre cómo modificar las emociones negativas experimentadas por los alumnos en las prácticas de ciencias para mejorar los resultados de

aprendizaje. Como afirma Fernández-Abascal (2001), los buenos profesores de ciencias deben sustituir las emociones negativas de sus alumnos por emociones positivas a través del planteamiento de actividades científicas creativas y emocionantes. Las prácticas de laboratorio son actividades científicas que suelen tener un papel motivador en los estudiantes (Hofstein y Lunetta, 2004). Sin embargo, las prácticas de laboratorio que se realizan en los institutos de Educación Secundaria, habitualmente, están basadas en seguir las instrucciones que el profesor proporciona a los alumnos con los protocolos de prácticas tipo “receta de cocina”. Éstas prácticas, no proporcionan resultados de aprendizaje satisfactorios y no motivan a los alumnos, ya que se asemejan a una clase de tipo expositivo (Hodson, 1994; Reigosa y Jiménez, 2000). En contraposición, la enseñanza constructivista propone que las prácticas se planteen como la resolución de un problema, dotándolas de una orientación investigativa bajo la dirección del docente. Diversos estudios previos han probado que ésta prácticas mejoran los resultados de aprendizaje y motivan a los alumnos, haciendo que éstos experimenten más emociones positivas y menos emociones negativas (Marcos-Merino *et al.*, 2016).

7. Conclusiones

Del presente trabajo fin de máster se pueden inferir las siguientes conclusiones:

1. Los alumnos de primero de diferentes grados de la rama de ciencias de la Universidad de Extremadura demuestran un nivel alto de conocimientos científicos básicos sobre las Ciencias Experimentales. La Biología es la disciplina donde los alumnos muestran un mayor nivel de conocimientos previos, mientras que la disciplina Geología es en la que muestran menos conocimientos. Conclusión asociada al objetivo 1
2. En general, no se observan diferencias significativas por género en el nivel de conocimientos científicos básicos en la muestra estudiada. A excepción de los conocimientos relativos a los eclipses de luna y el concepto de densidad, en los cuales los hombres han demostrado mayor conocimiento de forma significativa. Conclusión asociada al objetivo 2
3. Los alumnos de primero de diferentes grados de la rama de Ciencias de la Universidad de Extremadura recuerdan haber experimentado más emociones positivas (alegría, satisfacción, diversión, asombro y entusiasmo) y menos emociones negativas (asco, preocupación, aburrimiento y nerviosismo) en las clases prácticas que en las clases expositivas durante la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato. Conclusión asociada a los objetivos 3 y 4
4. Las mujeres de la muestra han experimentado en las clases expositivas, de forma significativa, más satisfacción, gratitud, miedo y nerviosismo que los hombres. En las clases prácticas no se observan diferencias significativas por género. Conclusión asociada al objetivo 5
5. Existe una correlación negativa, estadísticamente significativa, entre recordar haber experimentado asco en las clases expositivas y miedo, nerviosismo, vergüenza y preocupación en las clases prácticas y el nivel de conocimientos que presenta de la muestra en primero de grado. Conclusión asociada al objetivo 6
6. Se observa una correlación negativa, en los hombres de la muestra, entre recordar haber experimentado nerviosismo y vergüenza en las clases prácticas y el nivel de conocimientos básicos. En las mujeres de la

muestra, existe una correlación negativa, estadísticamente significativa, entre haber experimentado asco en las clases expositivas y el nivel de conocimientos básicos. Conclusión asociada al objetivo 7.

8. Bibliografía

- Acevedo, J. A. (2005). TIMSS Y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 282-301.
- Albaladejo, C. y Caamaño, A. (1992). La resolución de problemas. En C. Albaladejo, A. Caamaño y M.P. Jiménez: *Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza* (pp. 128-159). Madrid: MEC
- Bisquerra, R. (2000). *Educación emocional y bienestar*. Barcelona, España: Praxis.
- Bisquerra, R. (2005). La educación emocional en la formación del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(3), 95-114.
- Bisquerra, R. y Pérez, N. (2007). Las competencias emocionales. *Educación XXI*, (10), 61-82.
- Brígido, M.; Bermejo, L.; Conde, C.; Borrachero, A. B. y Mellado, V. (2010). Estudio longitudinal de las emociones en Ciencias de estudiantes de Maestro. *Revista galego-portuguesa de psicología e educación: revista de estudios e investigación en psicología y educación*, 18(2), 161-180.
- Brígido, M.; Caballero, A.; Bermejo, L.; Conde, C. y Mellado, V. (2009). Las emociones en ciencias de estudiantes de Maestro. *Campo Abierto*, 28(2), 153-177.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. *Enseñar Ciencias*, 95-118.
- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos?. *Alambique*, 39, 8-19.
- Caamaño, A., Carrascosa, J., & Oñorbe, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. *Aula de innovación educativa*, 9, 61-68.
- Cadenas, C. y Huertas, F. J. (2013). Informe PISA en España. Un análisis al detalle. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 17(2), 243-262.

- Calonge, A., López, M. D., Meléndez, G., & Fermeli, G. (2012). Geoschools, el reto de mejorar la enseñanza de la Geología en la educación secundaria europea. In *Actas del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, Huelva: Universidad de Huelva publicaciones (pp. 48-53).
- Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 13(1), 81-96.
- Casacuberta, D. (2000). *Qué es una emoción*. Barcelona, España: Crítica.
- Cardenete, S. (2011). Sol, Tierra y Luna. Movimientos relativos y sus consecuencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8, 512–518
- 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 (Núm. Extraordinario), 514-532
- Damasio, A. (2005). *En busca de Spinoza*. Barcelona: Crítica.
- Darwin, Ch. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. London: John Murray. [Versión Española de (2009). *La expresión de las emociones*. Pamplona: LAETOLI]. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1037/10001-000>
- Dávila, M. A, Borrachero, A. B., Cañada, F., Martínez, G. y Sánchez, J. (2015) Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 550-564.
- Dávila, M., Borrachero, A. B., Cañada, F. y Sánchez, J. (2016). Emociones experimentadas por los alumnos de 2º y 3º de ESO en el aprendizaje de contenidos de Física y Química. *Indagatio Didactica*, 8(1), 909-925.
- Dávila, M. A., Cañada, F., Martín, 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(3), 217-225.

- Díaz, J. L. y Flores, E. O. (2001). La estructura de la emoción humana: un modelo cromático del sistema afectivo. *Salud Mental*, 24(4), 20-35.
- Dolan, R. J. (2002). Emotion, cognition, and behavior. *Science*, 298 (5596), 1191-1194.
- Dunsmoor, J. E., Murty, V. P., Davachi, L., & Phelps, E. A. (2015). Emotional learning selectively and retroactively strengthens memories for related events. *Nature*, 520(7547), 345-348.
- Fernández-Abascal, E., Martín, M. y Domínguez, J. (2001). *Procesos psicológicos*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Foy, P., Arora, A., & Stanco, G. M. (2013). *TIMSS 2011 User Guide for the International Database. Supplement 1: International Version of the TIMSS 2011 Background and Curriculum Questionnaires*. Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- García, S., Martínez, C. y Mondelo, M. (1995). El trabajo práctico. Una intervención para la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 203-209.
- Gobierno de Extremadura (2016) Decreto 98/2016 de 5 de julio, por el que establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato para la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Hargreaves, A. (2003). *Teaching in the knowledge society*. Maidenhead: Open University Press.
- Hernández, P. (2002). *Los moldes de la mente. Más allá de la inteligencia emocional*. Tenerife, España: Tafor.
- Hodson, D. (1994). "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio". *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28-54.
- Hulleman, C. S., & Harackiewicz, J. S. (2009). Promoting interest and performance in high school science classes. *Science*, 326(5958), 1410-1412.

- Kensinger, E. A., & Corkin, S. (2004). Two routes to emotional memory: Distinct neural processes for valence and arousal. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101 (9), 3310-3315.
- Maestro, C. (2006). La evaluación del sistema educativo. *Revista de educación* (extraordinario), 315-336.
- Manassero, M.A. (2013). Emociones: del olvido a la centralidad en la explicación del comportamiento. 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 Experimentales y las Matemáticas* (pp.3-18). Badajoz, España: DEPROFE
- Marcos-Merino, J. M., Esteban, R., & Ochoa de Alda, J. A. G. (2016). Efecto de una práctica docente diseñada partiendo de las emociones de maestros en formación bajo el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad The effect of a teaching practice anchored on the emotions of in-service teacher trainees under the focus of Science, Technology and Society. *Indagatio Didactica*, 8(1), 143-157
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., ... y Bermejo, M. L. (2014) Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2011). TIMSS 2011: Preguntas liberadas de Ciencias. 8º de Grado
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2014) Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2016) PISA 2015. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. Informa español.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2016) TIMSS 2015: Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias, IEA. Informe español: resultados y contexto.
- Ochoa de Alda, J.A.G, Marcos-Merino, J.M., Méndez-Gómez, F.J. y Esteban, R. (2016). Las emociones en el aprendizaje de la Biología: Evidencias de una asociación

- duradera. En J. L. Bravo Galán (Ed.) *27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 813-820). Badajoz: UEX-APICE. ISBN: 978-84-617-4059-8.
- Otero, M.R. (2006). Emociones, Sentimientos y Razonamientos en la Didáctica de las Ciencias. *Revista Electrónica de la investigación en Educación en Ciencias*, 1(1). Recuperado de: <http://www.scielo.org.ar/pdf/reiec/v1n1/v1n1a03.pdf>
- Paoloni, P. V. (2014) El papel de las emociones en los aprendizajes académicos. En D. Donolo y J. Herrero (Eds.), *Cuestiones en Psicología Educacional. Perspectivas teóricas, metodológicas y estudios de campo* (pp. 83-131). Tenerife, España: Sociedad Latina de Comunicación Social.
- Pessoa, L. (2008). On the relationship between emotion and cognition. *Nature reviews neuroscience*, 9(2), 148-158.
- Pekrun, R., T. Goetz, W. Titz, & 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.
- Quaas, C., y Crespo, N. (2003). ¿Inciden los métodos de enseñanza del profesor en el desarrollo del conocimiento metacomprendido de sus alumnos? *Revista signos*, 36(54), 225-234.
- Real Academia Española. (2001). Diccionario de la lengua española (23.a ed.). Consultado en <http://www.rae.es/>
- Reigosa, C. E. y Jiménez, M. P. (2000). La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 275-284.
- SCHUTZ, P. y PEKRUN, R. (2007). *Emotion in Education*. San Diego: Academic Press.
- Vázquez, Á. y Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 4 (2), 247-271.
- Vázquez, Á. y Manassero, 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.

Vega, M. A. y Garrote, N. (2005). *La Lección Expositiva desde un enfoque de aprendizaje centrado en el alumno*. Universidad Complutense de Madrid, Instituto de Ciencias de la Educación.

Vivas, M., Gallego, D. y González, B. (2007). *Educación de las emociones*. Mérida, Venezuela: Producciones Editoriales C. A.

9. Anexos

Esta actividad forma parte de un proyecto de investigación sobre la importancia de las emociones en el aula. En las futuras publicaciones los datos se mostrarán globalmente, preservando completamente las características individuales de los participantes, que serán siempre **anónimas**. La participación en esta actividad es completamente **voluntaria**.

Grado:

Sexo: V / M

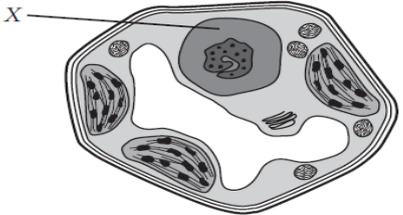
Edad: Acceso a la Universidad como mayor de 25 años SI /NO

Modalidad de Bachillerato o FP realizada: Ciencias/Letras

Parte 1. Señala las emociones que has experimentado a lo largo de tu vida en relación con la enseñanza de las ciencias basada en un enfoque expositivo y en un enfoque práctico y el grado con el que las recuerdas (de 1 – nada a 5 – mucho o intensamente-):

	Clase expositiva					Clase práctica				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Alegría										
Miedo										
Satisfacción										
Nerviosismo										
Diversión										
Vergüenza										
Orgullo										
Frustración										
Gratitud										
Incertidumbre										
Asombro										
Asco										
Entusiasmo										
Preocupación										
Confianza										
Aburrimiento										

Parte 2. Responde a las siguientes preguntas (sólo una opción es correcta):

Biología	
<p>1. ¿Qué puede proporcionar al cuerpo humano inmunidad contra algunas enfermedades por un largo período de tiempo?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Los antibióticosb) Las vitaminasc) Las vacunasd) Los glóbulos rojos	
<p>2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones acerca de los productores es verdadera?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Utilizan energía del Sol para hacer alimentob) Absorben energía de un animal huéspedc) Obtiene energía al comer plantas vivasd) Obtienen energía al descomponer plantas y animales muertos	
<p>3. La imagen muestra una célula vegetal. ¿Cuál es la función de la parte de la célula marcada con una X?</p> <ul style="list-style-type: none">a) Almacenar aguab) Producir alimentoc) Absorber energíad) Controlar las actividades	 <p>El diagrama muestra una célula vegetal con una pared celular gruesa y un gran vacuólo central. Hay varios orgánulos internos, incluyendo un núcleo con nucleolo, mitocondrias y cloroplastos. Una línea con la letra 'X' apunta a uno de los cloroplastos.</p>
<p>4. ¿Qué órgano del sapo tiene una función similar a la que tiene los pulmones de un pájaro?</p> <ul style="list-style-type: none">a) El riñónb) La pielc) El hígadod) El corazón	

Geología

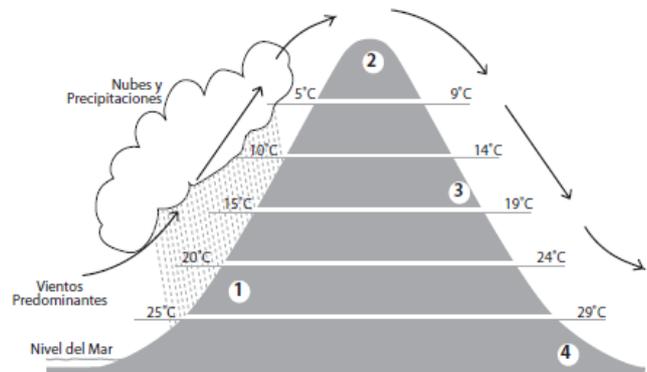
5. Algunas rocas volcánicas tienen muchos hoyos. ¿Cómo se hicieron estos hoyos?

- a) Los insectos cavaron la roca cuando aún estaba blanda
- b) Quedaron burbujas de gas atrapadas en la roca cuando se enfrió
- c) Cayó lluvia sobre la roca cuando aún estaba blanda
- d) Pequeñas piedras se desprendieron de la roca cuando se enfrió



6. El esquema muestra la dirección del viento predominante, las precipitaciones y las temperaturas promedio del aire a distintas alturas en ambos lados de una montaña. ¿En qué ubicación es más probable que haya una selva?

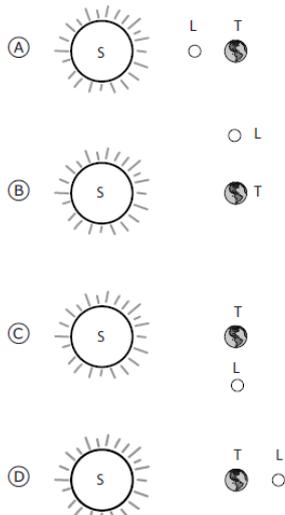
- a) Ubicación 1
- b) Ubicación 2
- c) Ubicación 3
- d) Ubicación 4



7. ¿Dónde es más probable encontrar volcanes activos?

- a) Donde se forman los ríos
- b) Donde se juntan las placas tectónicas
- c) Donde son más profundos los océanos
- d) Donde la tierra se junta con el agua

8. ¿En qué diagrama se muestra la posición del Sol (S), la Luna (L) y la Tierra (T) durante un eclipse de Luna? (No está dibujado a escala).



Física

9. Un hombre escaló hasta la cumbre de una montaña muy alta. Mientras estaba en la cumbre, se tomó toda el agua que llevaba en su botella de plástico y después la tapó. Cuando bajó al campamento en el valle, se dio cuenta de que la botella vacía estaba contraída.

¿Cuál de las siguientes afirmaciones explica mejor por qué ocurrió esto?

- a) La temperatura es más baja en el valle que en la cumbre de la montaña
- b) La temperatura es más alta en el valle que en la cumbre de la montaña
- c) La presión del aire es menor en el valle que en la cumbre de la montaña
- d) La presión del aire es mayor en el valle que en la cumbre de la montaña

10. Se calienta un gas y su temperatura aumenta. ¿Qué ocurre con las moléculas de gas?

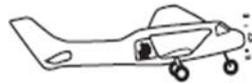
- a) Aumentan su tamaño
- b) Se mueven más rápido
- c) Se mueven más lento
- d) Aumentan en cantidad

11. Un objeto tiene una densidad de 1.1 g/cm^3 . ¿En qué líquido flotaría este objeto?

- a) Líquido X: 1.3 g/cm^3
- b) Líquido Y: 0.9 g/cm^3

12. La imagen muestra a un paracaidista en cuatro posiciones.

¿En cuál de las posiciones actúa la fuerza de gravedad sobre el paracaidista?



1. En el avión antes del salto.



2. En caída libre inmediatamente después de saltar y antes de que se abra el paracaídas.



3. Cayendo al suelo después de que se abre el paracaídas.



4. En el suelo justo después de aterrizar.

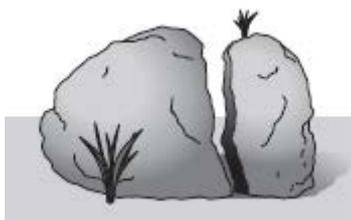
- a) Solo en la posición 2
- b) Solo en las posiciones 2 y 3
- c) Solo en las posiciones 1, 2 y 3
- d) En las posiciones 1, 2, 3 y 4

Química

13. Una rueda de auto pasó por encima de una lata y la aplastó completamente. ¿Qué afirmación es verdadera respecto de los átomos de la estructura de la lata?

- a) Los átomos se rompieron
- b) Los átomos se aplanaron
- c) Los átomos quedaron igual
- d) Los átomos se convirtieron en otros átomos

14. Los científicos piensan que las rocas de la imagen alguna vez fueron una sola roca.



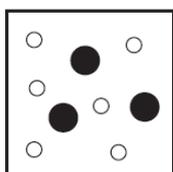
¿Qué propiedad del agua tuvo el mayor efecto en la partición de la roca en dos pedazos?

- a) El agua se expande cuando se congela
- b) El agua hierve a 100 °C.
- c) El agua tiene menos densidad que la roca
- d) El agua disuelve muchas sustancias

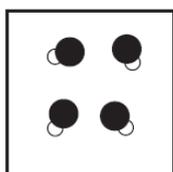
15. ¿Por qué se puede apagar un fuego pequeño poniéndole una manta pesada encima?

- a) Porque baja la temperatura
- b) Porque disminuye las llamas
- c) Porque absorbe la sustancia que arde
- d) Porque impide que el oxígeno llegue al fuego

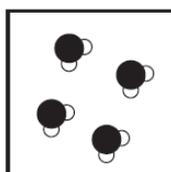
16. En los siguientes esquemas, los átomos de hidrógeno están representados por círculos blancos y los átomos de oxígeno están representados por círculos negros. ¿Cuál de los esquemas representa mejor el agua?



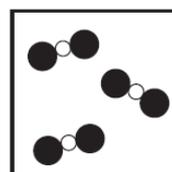
(A)



(B)



(C)



(D)